



## **GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA**

### **TRABAJO FINAL DE GRADO**

---

# **COMPARACIÓ DE L'AGUDESA VISUAL EN VISIÓ DE PROP I VISIÓ DE LLUNY SOTA DIFERENTS IL·LUMINANTS EN UNA MOSTRA DE POBLACIÓ JUVENIL**

**Laura Marrón Valiñas**

Aurora Torrents Gómez  
Maria Sagrario Millán Garcia  
Departament d'òptica i optometria

8-05-2019



## **GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRÍA**

### **TITOL DEL TREBALL**

#### **COMPARACIÓ DE L'AGUDESA VISUAL EN VISIÓ DE PROP I VISIÓ DE LLUNY SOTA DIFERENTS IL·LUMINANTS EN UNA MOSTRA DE POBLACIÓ JUVENIL**

#### **RESUM EN CATALÀ**

El treball tracta sobre la comparació de l'agudesa visual en visió propera i visió llunyana sota diferents il·luminants (LEDs vermell, blau, verd i blanc) en una mostra de mínim 12 pacients, dones i homes amb edats compreses entre els 18 i 25 anys mitjançant el test de la C de Landolt.

En primer lloc començarem explicant que és l'agudesa visual, els diferents optotips, que és la funció d'acomodació, el test de la C de Landolt que ha estat el test utilitzat en el treball i la simulació d'una distància llunyana entre d'altres coses.

Seguidament a la part pràctica, s'explicarà el material utilitzat per prendre les mesures necessàries, la metodologia que hem seguit i el procés de la realització del treball.

Un cop hem obtingut aquestes mesures a través de les proves, les farem servir per fer unes gràfiques on ens serà més fàcil comparar els resultats i a partir d'aquí obtindrem unes conclusions.

Algunes de les conclusions més rellevants obtingudes són que les dones en visió propera tenen una millor agudesa visual que els homes.

També hem observat que la llum que proporciona una pitjor agudesa visual en el conjunt de població en visió llunyana és el color blau.



## **GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA**

### **TÍTULO DEL TRABAJO**

#### **Comparación de la agudeza visual en visión de cerca y visión de lejos bajo diferentes iluminantes en una muestra de población juvenil**

##### **RESUMEN EN CASTELLANO**

El trabajo trata sobre la comparación de la agudeza visual en visión cercana y visión lejana bajo diferentes iluminantes (LEDs rojo, azul, verde y blanco) en una muestra de mínimo 12 pacientes, mujeres y hombres con edades comprendidas entre los 18 y 25 años mediante el test de la C de Landolt.

En primer lugar comenzaremos explicando que es la agudeza visual, los diferentes optotipos, que es la función de acomodación, el test de la C de Landolt que ha sido el test utilizado en el trabajo y la simulación de una distancia lejana entre otras cosas.

Seguidamente en la parte práctica, se explicará el material utilizado para tomar las medidas necesarias, la metodología que hemos seguido y el proceso de la realización del trabajo.

Una vez hemos obtenido estas medidas a través de las pruebas, las utilizaremos para hacer unas gráficas donde nos será más fácil comparar los resultados y a partir de ahí obtendremos unas conclusiones.

Algunas de las conclusiones más relevantes obtenidas son que las mujeres en visión próxima tienen una mejor agudeza visual que los hombres.

También hemos observado que la luz que proporciona una peor agudeza visual en el conjunto de población en visión lejana es el color azul.



## **GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA**

### **WORK TITLE**

# **Comparison of visual acuity in near vision and far vision under different illuminants in a sample of juvenile population.**

### **SUMMARY IN ENGLISH**

The work deals with the comparison of visual acuity in near vision and far vision under different illuminants (red, blue, green and white LEDs) in a sample of at least 12 patients, women and men between the ages of 18 and 25 years with the Landolt C test.

First of all we will start explaining about what is the visual acuity, the different optotypes, which is the accommodation function, the Landolt C test that has been the test used in the work and the simulation of a far distance among other things.

Then, in the practical part, we will explaining the material used to take the necessary measures, the methodology that we have followed and the process of carrying out the work will be explained.

Once we have obtained these measurements through the tests, we will use them to make some graphs where it will be easier for us to compare the results and from there we will obtain some conclusions.

Some of the most relevant conclusions are that woman in near vision have a better visual acuity than men.

Also we have observed that the light that provides the worst visual acuity in the group in far vision is the blue color.

## ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	pàg1
<b>2. OBJECTIUS</b>	pàg1
2.1- Objectius generals	pàg1
2.2- Objectius específics	pàg1-2
<b>3. MARC TEÒRIC</b>	pàg2
3.1- Que és l'Agudesia Visual	pàg2
3.1.1- Escala Decimal	pàg2
3.1.2- Escala de Snellen	pàg3
3.1.3- Escala LogMAR	pàg3
3.1.4- Factors que afecten a l'AV	pàg4
3.1.5- Com es mesura?	pàg5
3.1.6- Que són els optotips	pàg5
3.2- AV de normalitat	pàg6-7
3.3- Test de reconeixement: test de les "RODES TRENCADES"	pàg7-8
3.4.1- Acomodació	pàg8
3.4.2- Cristal·lí	pàg9
3.5- Simulació de VLL	pàg9-10
3.6- AV Cromàtica	pàg10
3.6.1- Color	pàg11
3.6.2- Percepció del color	pàg12-14
3.6.3- Visió del color	pàg14-15
<b>4. METODOLOGIA</b>	pàg15
4.1- Observadors	pàg15
4.2- Material	pàg15-16
4.3- Muntatge	pàg17
4.4- Calibratge i Espectres dels LEDs	pàg17-19
4.5- Procediment	pàg19-20
<b>5. RESULTATS</b>	pàg20
5.1- Dades dels observadors	pàg20-33
5.2- Sexe	pàg34
5.3- Dones VP	pàg34
5.4- Homes VP	pàg35
5.5- Conjunt VP	pàg35-36
5.6- Dones VLL	pàg36
5.7- Homes VLL	pàg37
5.8- Conjunt observadors VLL	pàg37-39
5.9- Dones Llum Natural	pàg39
5.10- Homes Llum Natural	pàg40
5.11- Conjunt Llum Natural	pàg40-41
<b>6. DISCUSIÓ</b>	pàg42-45
<b>7. CONCLUSIONS</b>	pàg46
<b>8. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA</b>	pàg47-48
<b>9. ANNEXOS</b>	pàg49
<b>10. AGRAÏMENTS</b>	pàg50

## INDEX DE FIGURES, TAULES, GRÀFICS I ANNEXOS

### -INDEX DE FIGURES

Fig1. Representació de l'angle que subtendeix per observar la mida més petita de la E d'Snellen.....	pàg3
Fig2. Factors que afecten l'AV...(2/3/19).....	pàg4
Fig3. Test de Snellen...(1/12/18).....	pàg5
Fig4. Optotip en escala logarítmica o de Bailey-Lovie...(1/12/18).....	pàg5
Fig5. Optotip Pigassou (test infantil).....(1/12/18).....	pàg5
Fig6. Optotip retro-il·luminat mod.MAR...(1/12/18).....	pàg5
Fig7. Distància d'observació test d'AV.....	pàg6
Fig8. Optotip antic de fusta...(3/12/18).....	pàg7
Fig9. Test de la C de Landolt...(7/11/18).....	pàg8
Fig10. Ull acomodant objecte llunyà, ull acomodant objecte proper.....	pàg8
Fig11. Cristal·lí enfocant objecte llunyà, cristal·lí enfocant objecte proper(16/1/19).....	pàg9
Fig12. Cristal·lí real...(16/1/19).....	pàg9
Fig13. Ull emmetrop.....	pàg10
Fig14. Ull acomodant 3D al observar un objecte proper.....	pàg10
Fig15. Simulació Visió Llunyana.....	pàg10
Fig16. Colors...(19/2/19).....	pàg11
Fig17. Espectre visible...(19/2/19).....	pàg11
Fig18. Cons i Bastonets...(20/2/19).....	pàg12
Fig19. Cons S, M, L...(3/3/19).....	pàg13
Fig20. Dispersió de la llum...(10/12/18).....	pàg13
Fig21. Aberracions cromàtiques longitudinals...(1/5/19).....	pàg 14
Fig22. Aberracions cromàtiques laterals...(1/5/19).....	pàg 14
Fig23. Test d'Ishihara...(10/12/18).....	pàg15
Fig24. Mentonera i banc òptic.....	pàg16
Fig25. Fotòmetre.....	pàg16
Fig26. Cinta mètrica i Pegat.....	pàg16
Fig27. LEDs Thorlabs.....	pàg16
Fig28. Test de la C de Landolt.....	pàg16
Fig29. Lent de +2'50D, +3'00D.....	pàg16
Fig30. Espectre LED Verd...(19/12/18).....	pàg18
Fig31. Espectre LED Blanc...(19/12/18).....	pàg18
Fig32. Espectre LED Vermell...(19/12/18).....	pàg18
Fig33. Espectre LED Blau...(19/12/18).....	pàg19
Fig34. Final del treball...(2/1/19).....	pàg50

### -INDEX DE TAULES I GRÀFICS

Taula1. Relació entre les tres escales d'AV...(10/1/19).....	pàg3
Taula2. Càlculs per optotip a 33cm.....	pàg17
Taula3. Dades observadors.....	pàg33

Gràfic1. Sexe.....	pàg34
Gràfic2. AV Grup DONES VP.....	pàg34
Gràfic3. AV Grup HOMES VP.....	pàg35
Gràfic4. Conjunt observadors VP.....	pàg35
Gràfic5. AV Grup DONES VLL.....	pàg36
Gràfic6. AV Grup HOMES VLL.....	pàg37
Gràfic7. Conjunt observadors VLL.....	pàg38
Gràfic8. Conjunt observadors VLL +2'50D.....	pàg39
Gràfic9. AV Grup DONES Llum Natural.....	pàg39
Gràfic10. AV Grup HOMES Llum Natural.....	pàg40
Gràfic11. Conjunt observadors Llum Natural.....	pàg41

### -INDEX D'ANNEXOS

Annex1. Taula de dades.....	pàg49
-----------------------------	-------

# **RESUM EXTENS EN ANGLÈS**

## **1- INTRODUCTION**

This work consists to compare the visual acuity in near vision and far vision with different illuminations: blue LED, red LED, green LED and white LED to a group of young population, men and women comprised in ages of 18 to 25 years.

We will write down the results and then, with the informatic program excel, we will perform some raffles to compare the results and in this way obtain some conclusions

### **2.1- VISUAL ACUITY**

Visual acuity is the ability of the visual system to discriminate details of objects. [Visual optics. Subject4, FOOT]

Corresponds to Helmholtz's "knowable minimum" that determines the ability to recognize forms or details.

Visual acuity is calculated using optotypes that are tables with letters, numbers or figures with different sizes. The most used is the Snellen test calculated through the snellen scale, which is the fraction between the distance at which an observation is made ( $d'$ ) and the distance at which the detail of the test would subtend at an angle  $d'$  1 minute ( $d$ ).

### **2.2- VISUAL ACUITY OF NORMALITY**

The optotype is placed at a distance of 20 feet or 6 meters from the observer and a 20/20 visual acuity has been standardized as a normal value.

### **2.3- RECOGNITION TEST: TEST OF THE "TRENDED WHEELS"**

The Landolt C test is a test to measure the visual acuity, created by Edmund Landolt. It is a ring with a small aperture with different sizes of "C" and with the opening oriented in several directions. It is more accurate than Snellen but also more difficult to understand. It is used by patients who can not read, with problems identifying letters, dyslexia ...

## **3- SIMULATION OF THE FAR VISION**

In order to do a distant vision simulation, we will place the optotype at the nearest point (33cm) in which the eye should accommodate 3D, but to avoid having a role to play when accommodating when taking measures, we will give the observers a + 3D lens to simulate that the optotype is located in the infinite .. The test is performed monocularly to avoid the possibility of convergence, as it will stimulate the accommodation.

#### **4- CHROMATIC ABERRATIONS**

Chromatic aberration is a type of optical distortion in which it is impossible to focus all the colors in a single convergence point.

The focal length of a lens depends on the refractive index and the geometry of the surfaces, which is why each color has a different focal length.

The shorter wavelength light (blue) forms the focus at a point that is closer than the longest wavelength (red) light.

#### **5.1- ASSEMBLY**

We had to work with an optical bank so that all the measures were accurate. The position of the observers is with the face supported by the chin and chin and the test at the point close to 33 cm. Previously this test has been calculated with the distance and size necessary to obtain an accurate visual acuity. The visual acuity has been calculated in LogMar and decimal visual acuity (the latter was the one used).

#### **5.2- CALIBRATION OF LEDS**

So that there is no chance that one of the colors will look better than others, what is done is to calibrate the luminance of the LEDs with the photometer. In this case we have located the optotype at 33 cm, and we have placed the photometer in the distance where the observer's face would be focusing the optotype with the LEDs. In this case all are calibrated at 14cd / m<sup>2</sup>.

#### **5.3- PROCESS**

The most important thing for a good result is to explain clearly to the observers the tests that will be done to him and everything they have to do.

First of all, we will position them at the right distance to take the visual acuity measures from a distant view to the C optotype of Landolt.

We will look at what is your dominant eye watching the eye with the best visual acuity with equal conditions, if both eyes present the same visual acuity we will rule out the dominance with a simple test, how to make a hole with your hands and look at what is the the eye that has closed The eye they are looking at will be given the dominant eye name and it will be with which we will work on all the tests.

We will place a non-dominant eye patch for more comfort and we will proceed to note the visual acuity with distant vision with natural light.

Then, without opening the eye, we will see the observer in front of the optical bench with the vision optotype close to 33 cm and we will write the results of the visual acuity of near vision with natural light.

Next, the value of visual acuity was taken with the test illuminated by the colored LEDs. Tests have been presented to the observers in a counterbalanced manner to avoid repeating the same order of the evidence and that this harms the results due to fatigue, etc.



With some observers, we will begin by taking close visual acuity measures, and others will start with visual acuity with distant vision. We will do the same with the order of the enlightenment.

When taking the measures of distant vision, we will ask the observer to hold a +3'00D lens in front of his dominant eye to simulate a distant distance, avoiding accommodation. The same will be done with the lens of + 2'50D.

## **6- RESULTS AND DISCUSSION**

Being a group of young observers between 18-25 years we expected that the results in both near vision and far vision would be similar since they should not have many problems of accommodation such as PRESBYOPIA (tired sight) that we would expect in groups of population over 40 years.

Looking at the graphs we can conclude several things.

### **COMPARISON OF THE DIFFERENT LIGHTINGS IN NEAR VISION IN A GROUP OF WOMEN**

Comparing the result of the 7 observers, we can easily see that the peak that stands out is the visual acuity with the red illumination.

The rest of the lighting is quite the same, for this reason we have made an arithmetic mean to know which is the best lighting and the worst.

In this group we can conclude that the best result, that is to say, what gives a better visual acuity is with the red one, followed by the white and blue with the same result and finally the green one giving the worst result in the visual acuity.

WOMEN--> Red>White=Blue>Green

### **COMPARISON OF THE DIFFERENT LIGHTINGS IN NEAR VISION IN A GROUP OF MEN**

Comparing the result of the 6 observers we can see in this case that there is no remarkable peak, for this reason we have made an arithmetic mean to know which is the best lighting and the worst. In this group we can conclude that the best result, that is to say, what gives a better visual acuity is the green followed by the blue, red and finally the target giving the worst result in the visual acuity.

MEN-->Green>Blue>Red>White

### **COMPARATION OF VISUAL ACUITY IN NEAR VISION ACCORDING TO SEX AND AS A SET**

As we can see, the general result of visual acuity in near vision of the women's group is better than the visual acuity result in near vision of the men's group.

WOMEN--> Better visual acuity

MEN--> Worse visual acuity

We also note that for women the worst result has been with green lighting, quite the opposite with men that has been the best result. As a group of people doing an arithmetic average to obtain the results, it gives us that the best result has been with the red followed by the green, blue and the worst result has been with the target.

SET--> Red>Green>Blue>White

## **COMPARISON OF THE DIFFERENT LIGHTINGS IN FAR VISION IN A GROUP OF WOMEN**

Comparing the result of the 7 observers we can differentiate different results with the tests with the simulation in far vision with the lens of + 3'00D that with the lens of + 2'50D. The most remarkable and easy to observe in the graphs is that there is a better visual acuity with the lens of + 2'50D and a worse visual acuity with the lens of +3'00D this last one to the observers cost them a lot to see the sharp test.

BETTER VISUAL ACUITY--> +2'50D

WORSE VISUAL ACUITY--> +3'00D

By doing an arithmetic mean to know which is the best lighting and the worst, we have obtained the tests with the +3'00D lens, the best result has been with white lighting followed by red, green and as The worst result has been with the blue one. On the other hand, for the tests with the lens of + 2'50D the best result has been with the green lighting followed by the target, red and the worst result has been with the blue.

+3'00D --> White>Red>Green>Blue

+2'50D --> Green>White>Red>Blue

In both results in far vision we can ensure that the worst lighting is the Blue.

## **COMPARISON OF THE DIFFERENT LIGHTINGS IN FAR VISION IN A GROUP OF MEN**

Comparing the result of the 6 observers we can differentiate different results with the tests with the simulation in far vision with the lens of + 3'00D that with the lens of + 2'50D.

The most remarkable and easy to observe in the graphs is that there is a better visual acuity with the lens of + 2'50D and a worse visual acuity with the lens of +3'00D this last one to the observers it was difficult for them to see the clear text.

BETTER VISUAL ACUITY--> +2'50D

WORSE VISUAL ACUITY--> +3'00D

By doing an arithmetic mean to know which is the best lighting and the worst, we have obtained the tests with the +3'00D lens, the best result has been with white lighting followed by red, green and as the worst result has been with the blue one.

The same thing we have obtained in this case for the tests with the lens of + 2'50D the best result has been with the white lighting followed by the red, green and the worst result has been with the blue.

+3'00D --> White>Red>Green>Blue

+2'50D --> White>Red>Green>Blue

## **VISUAL ACUITY COMPARISON IN FAR VISION ACCORDING TO SEX AND AS A SET**

In this case, and with the difference in the near vision result, there is no significant result according to sex, that is to say, there is no group that stands out above the other as a group with a better visual acuity. We also note that for both groups there is a better visual acuity with the lens of + 2'50D than with the lens of + 3'00D that the results have been lower.

BETTER VISUAL ACUITY--> +2'50D

WORSE VISUAL ACUITY--> +3'00D

The result with the order of the illumination in the men's group has been equal with the lens of + 2'50D that with that of + 3'00D, however, in the women's group the order has changed according to the lens, being the only match that matches the Blue as the worst illumination.

MEN --> +2'50D=+3'00D --> White>Red>Green>Blue

WOMEN --> +2'50D≠+3'00D --> Worse result = Blue

As a group of people doing an arithmetic mean to obtain the results, it gives us that the best result with the +3'00D lens has been with the target followed by the red, green and the worst result has been with the blue.

And the best result with the lens of + 2'50D has been with the target followed by the green, red and the worst result has been with the blue.

SET +3'00D --> White>Red>Green>Blue

SET +2'50D --> White>Green>Red>Blue

Coinciding on the best and the worst result in both lenses:

BETTER VISUAL ACUITY --> White

WORSE VISUAL ACUITY--> Blue

## **COMPARISON OF THE DIFFERENT LIGHTINGS IN A GROUP OF WOMEN WITH NATURAL LIGHT**

Comparing the result of the 7 observers in both near vision and far vision, we can see that the highest peaks giving a better visual acuity with difference has been with far vision, giving the worst result in near vision with natural light.

BETTER VISUAL ACUITY --> Far Vision

WORSE VISUAL ACUITY --> Near Vision

## **COMPARISON OF THE DIFFERENT LIGHTINGS IN A GROUP OF MEN WITH NATURAL LIGHT**

Comparing the result of the 6 observers in both near vision and far vision the difference is much less symbolic than in the group of women since in this case the results are very similar, although the peak that also stands out would be a better visual acuity in far vision

BETTER VISUAL ACUITY --> Far Vision

WORSE VISUAL ACUITY --> Near vision

## **COMPARISON OF VISUAL ACUITY WITH NATURAL LIGHT ACCORDING TO SEX AND AS A SET**

As a result of the set of observers, we can ensure that the highest peaks resulting in a better visual acuity have been with far vision and the worst visual acuity near vision, although this result has been remarkable for the women who have participated.

BETTER VISUAL ACUITY --> Far Vision

WORSE VISUAL ACUITY --> Near Vision

- WOMEN stand out

## **7. CONCLUSIONS**

- Women have a better visual acuity than men in near vision
- There is no notable gender in the visual acuity result in far vision
- Women in near vision see better with the Red and worse with the Green instead men see better with the Green
- As a set of population in near vision the order of the illuminances that give the better the worse visual acuity are: Red-Green-Blue-White
- As a set of population there is a better visual acuity with the lens of + 2'50D being more difficult to focus the test with the lens of + 3'00D.
- The result of the order of the illumination in men's far vision is equal to the lens of + 2'50D as with the lens of + 3'00D, giving better to worse visual acuity: White-Red-Green-Blue .
- The result of the order of illumination in far vision of women varies according to the lens coinciding only with the worst result that has been with the blue.

- As a whole of population, the best visual acuity with the lens of + 2'50D as with the lens of + 3'00D has been with the target and the worse the blue one
- With Natural Light, women stand out with a better visual acuity in far vision compared to men whose results are more stable.
- As a whole, there is a better visual acuity with natural light in far vision and the worst visual acuity in near vision.

## 1. INTRODUCCIÓ

El meu treball de final de grau tracta de comparar l'Agudesa visual tant en visió llunyana com visió propera amb diferents il·luminacions: LED blau, LED vermell, LED verd i LED blanc per observar si hi ha alguna diferència o si els resultats són iguals amb qualsevol il·luminació i distància en un grup de població jove, homes i dones compresa entre els 18 i 25 anys, mitjançant el test de la C de Landolt.

Primer introduïrem alguns conceptes com agudesa visual, els diferents optotips, explicarem que és la funció d'acomodació, Agudesa visual (AV) de normalitat, test de la C de Landolt o la simulació en visió llunyana entre d'altres coses.

Després explicarem el material utilitzat per prendre les mesures i distàncies correctes, la metodologia que hem seguit, calibratge dels LEDs i el procediment que hem realitzat en aquest treball.

A continuació s'exposaran unes gràfiques dels resultats obtinguts en el treball on podrem més endavant, fer una comparació dels resultats on finalment acabarem amb l'apartat de les conclusions on hi haurà una discussió dels resultats.

## 2. OBJECTIUS

### 2.1- Objectius generals:

Realitzar un seguit de proves a un grup de població jove mitjançant un test tipus C de Landolt en visió llunyana i visió propera (VLL i VP), sota 4 tipus de llums (blanc, vermell, blau i verd).

Les proves realitzades seran obtenir agudeses visuals en diferents distàncies i amb diferents il·luminacions.

### 2.2- Objectius específics:

a) Determinar a partir d'informació científica bibliogràfica o a través d'informació web quins són els resultats esperables.

b.) Prendre l'AV a un grup d'uns 12 joves

- a. Un mínim de 6 Homes i 6 Dones
- b. Edats compreses entre 18-25 anys
- c. Observadors amb agudesa visual=1 tant en visió llunyana com visió propera amb la millor correcció.
- d. Observadors sense disfuncions binoculars.
- e. Les proves les realitzarem de manera monocular.

c) Realitzar un muntatge d'un banc òptic al laboratori d'òptica fisiològica de la FOOT de manera que la luminància dels diferents colors (blau, vermell, verd i blanc) de LEDs sigui la mateixa i també per fer una simulació de VLL.

d) Obtindre les mesures necessàries dels observadors mitjançant el Test de la C de Landolt de forma monocular a l'ull amb la millor AV o ull dominant.

e) Analitzar els resultats obtinguts

### 3. MARC TEÒRIC

#### 3.1- Que és l'Agudesia Visual?

L'Agudesia visual és la capacitat del sistema visual per discriminar detalls dels objectes. [Òptica visual. Tema4, FOOT]

Correspon al "mínim cognoscible" de Helmholtz que determina la capacitat de reconèixer formes o detalls.

##### Tasques de discriminació visual. Tipus d'AV

- Tasca de detecció o mínim visible
- Tasca de resolució o mínim separable
- Tasca de reconeixement o mínim reconeixible (cognoscible)
- Tasca de localització

#### 3.1.1- ESCALA DECIMAL

L'AV es mesura com l'invers de l'angle subtendit pel detall més petit del test en minuts d'arc.

Aquest angle s'anomena MAR (escala logarítmica del mínim angle de resolució) i l'obtenim amb la inversa del valor màxim, es a dir, la fracció de la mida més petita en el test de la E de Snellen (test a escala de Snellen: Fracció entre la distància a la que es realitza una observació ( $d'$ ) i la distància a la que el detall del test subtendiria a un angle d'1 minut ( $d$ )) que un observador és capaç de percebre. [Òptica visual. Tema4, FOOT]

És l'escala més utilitzada a Espanya

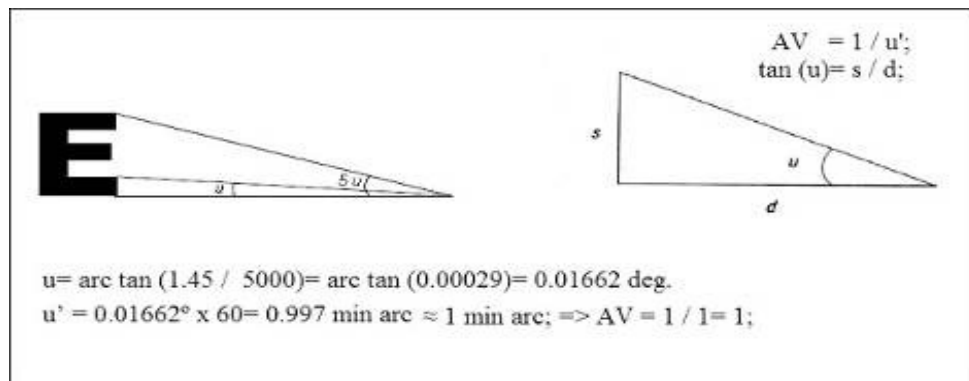


Figura 1: Representació de l'angle que subteixeix per observar la mida més petita de la E d'Snellen. Obtinguda: Llibre òptica visual. Tema 4

### 3.1.2- ESCALA DE SNELLEN

Fracció entre la distància a la que es realitza una observació ( $d'$ ) i la distància a la que el detall del test subtendiria a un angle d'1 minut

(d).

$$AV_s = \frac{d'}{d}$$

Distància de treball  $\rightarrow$  6m o 20peus

### 3.1.3- ESCALA LogMAR

És l'escala logarítmica del mínim angle de resolució (MAR) com el nom indica l'AV s'expressa mitjançant el logaritme de l'angle subtendit per el detall del test que es reconeix.

Valor estàndard  $\rightarrow AV_{MAR} = \log MAR = 0$

El valor pot ser negatiu

$$AV_s = \frac{1}{u(')} \Rightarrow u(') = \frac{1}{AV} \Rightarrow \log MAR = \log u(') = \log \frac{1}{AV}$$

### RELACIÓ ENTRE LES TRES ESCALES D'AV

Mínimo ángulo de resolución	Agudeza decimal	Agudeza Snellen	LogMAR
0.50	2.00	6/3	-0.30
0.83	1.20	6/5	-0.08
1.00	1.00	6/6	0.00
2.00	0.50	6/12	0.30
3.00	0.33	6/18	0.48
4.00	0.25	6/24	0.60
10.00	0.10	6/60	1.00

Taula 1: Relació entre les tres escales d'AV. <https://slideplayer.es/slide/164676/> (10/01/19)



### 3.1.4- FACTORS QUE AFECTEN L'AV

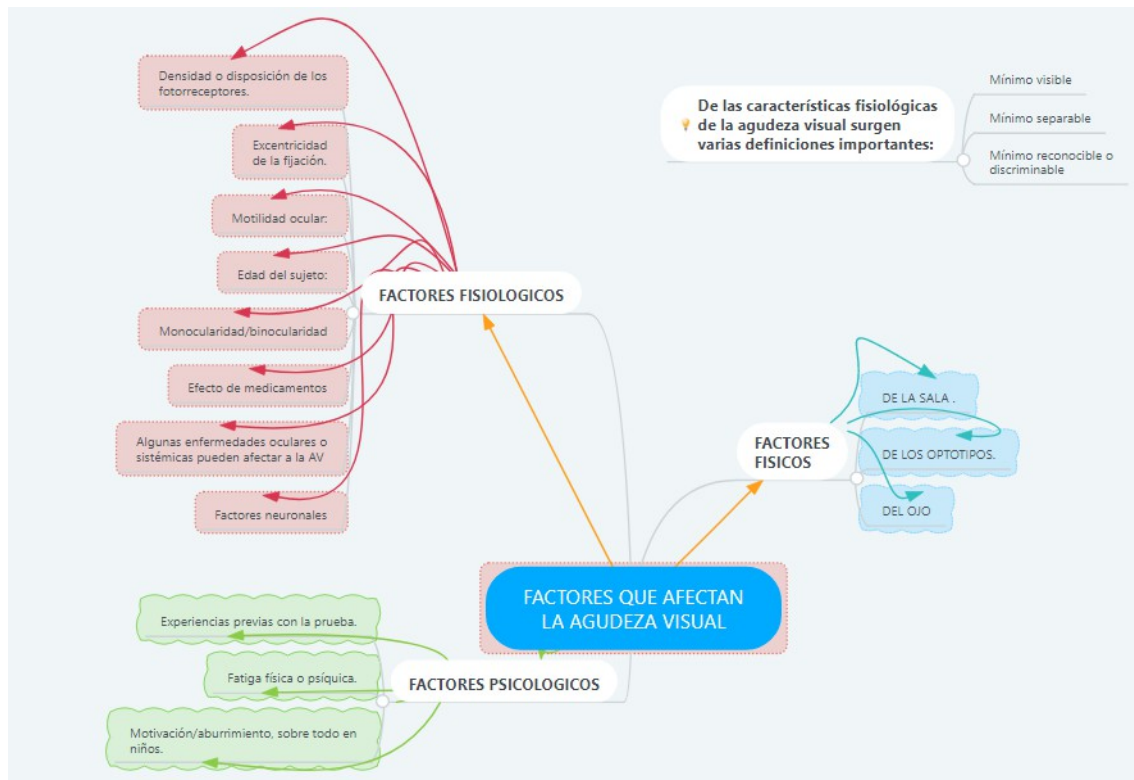


Figura 2: Factors que afecten l'AV.

<https://www.mindmeister.com/es/1145346023/factores-que-afectan-la-agudeza-visual>  
(2/03/19)

L'AV pot variar segons alguns factors:

#### Factores físcs:

- Tipus de test utilitzat
- Nivell de il·luminació--> Si disminueix la il·luminació, disminueix l'AV
- Contrast del test--> Si disminueix el contrast, disminueix l'AV

#### Factores fisiològics:

- Diàmetre pupil·lar

L'AV és màxima per diàmetres pupil·lars entre 2 i 4 mm

-Diàmetre gran → aberracions limiten AV

-Diàmetre petit → difracció limita AV

Si el diàmetre és petit (forat estenopec) redueix la mida del cercle de desenfoc.

- Desenfoc
- Edat
- Efectes dels medicaments
- Motilitat ocular

### 3.1.5- Com es mesura?

L'AV es calcula mitjançant els optotips com ara el test de la E de Snellen. Asseiem el pacient a 6 metres de l'optotip amb un ull tapat per avaluar aquesta agudesa visual i el mateix farem amb l'altre ull.

Ex: si el valor obtingut es igual a AV=20/20 l'angle seria 1' arc.

### 3.1.6- Que és un optotip?

Un optotip és una taula amb lletres, números o figures en diferents mesures que s'utilitza com a instrument optomètric per calcular la agudesa visual i la visió dels colors. El més utilitzat és el test de Snellen, tot i que segons la edat, la capacitat intel·lectual del pacient o simplement per la comunicació pacient-optometrista es poden fer servir molts altres tipus d'optotips.

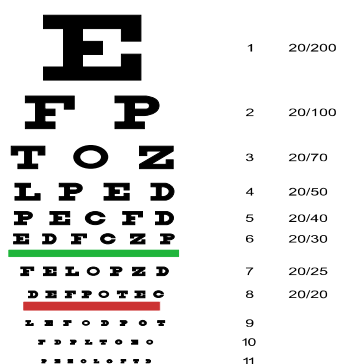


Figura 3: Test de Snellen.

[https://es.123rf.com/photo\\_12769858\\_fotograf%C3%A0da-de-un-gr%C3%A1fico-de-snellen-nuevo-examen-del-ojo-.html](https://es.123rf.com/photo_12769858_fotograf%C3%A0da-de-un-gr%C3%A1fico-de-snellen-nuevo-examen-del-ojo-.html) (1/12/18)

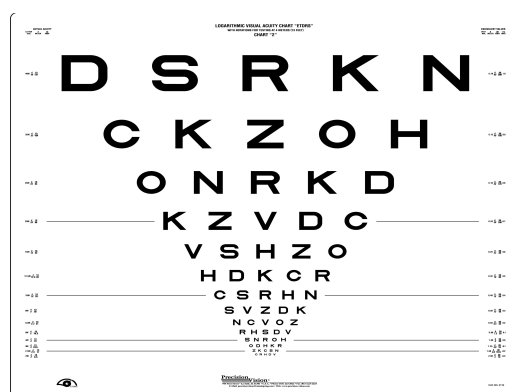


Figura 4: Optotip en escala logarítmica o de Bailey-Lovie. <https://www.precision-vision.com/product/original-series-etdrs-chart-2/> (1/12/18)



Figura 5: Optotip Pigassou (test infantil)

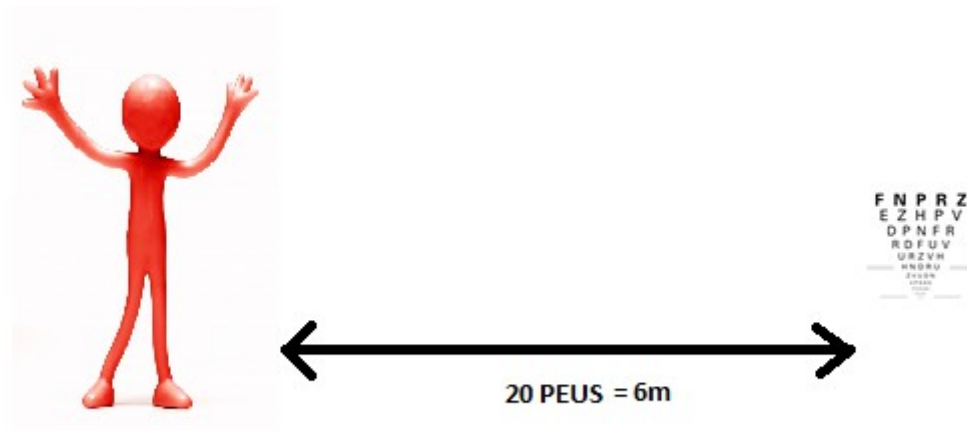
<http://www.labop.com.ar/test.html> (1/12/18)



Figura 6: Optotip retro-iluminat mod. MAR <https://www.todocoleccion.net/antiguedades-tecnicas/panel-tabla-oculista-optometro-optotipo-control-vision-oftalmologia-optica-luz-funciona~x134855094> (1/12/18)

### 3.2- AV DE NORMALITAT

En el sistema d'AV de Snellen, el número superior de la fracció d'Snellen és la distància de visualització entre el pacient i la taula optomètrica 20 peus.



*Figura 7: Distància d'observació test d'AV. Imatge pròpia*

En aquesta distància de prova, la mida de la lletra és una de les línies més petites i s'ha estandarditzat per que correspongui a la AV "NORMAL" 20/20.

Si la persona identifica les lletres d'aquesta línia però ninguna més petita es parla d'AV Normal.

Les línies per sobre (més grans) correspon a una pitjor AV 20/40; 20/60

Les línies per sota (més petites) a la 20/20 correspon a una AV inclús millor.

La gent jove avui en dia pot identificar alguna lletra de la línia 20/15.

Pot ser degut a la bona impressió en comparació al segle XIX quan Snellen va fixar quines eren les lletres més petites.



Figura 8: Optotip antic de fusta  
<https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-agudeza-visual> (3/12/18)

Avui en dia l'AV "NORMAL" són lletres una mica més petites del 20/20.

També s'ha de dir que la gent té una esperança de vida més alta i amb l'envelliment sovint apareix la cataracta, per aquest motiu la gent major a 60 anys l'AV "NORMAL" podrien ser lletres més grans del 20/20.

### 3.3- TEST DE RECONeixEMENT: TEST DE LES "RODES TRENCADES"

El test de la C de Landolt és un test per mesurar l'AV, creat per Edmund Landolt.

És un anell amb una petita apertura amb diferents mides de "C" i amb l'apertura orientada en diverses direccions.

És més precís que Snellen però també més difícil de comprendre.

S'utilitza per pacients que no saben llegir, amb problemes d'identificar les lletres, dislèxia...

- **AVANTATGES** Bon disseny
- **INCONVENIENTS** L'atzar pot jugar un gran paper, minimitzant la seva fiabilitat.

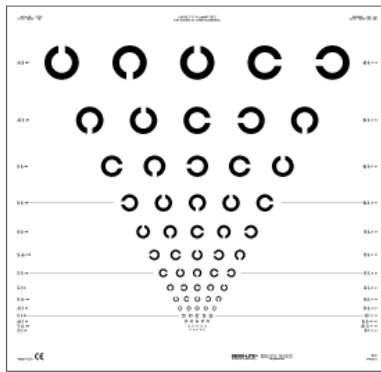


Figura 9: Test de la C de Landolt <https://www.good-lite.com/Details.cfm?ProdID=493> (7/11/18)

### 3.4.1- Que és l'ACOMODACIÓ?

L'acomodació és la propietat que té l'ull per enfocar imatges en distàncies properes.

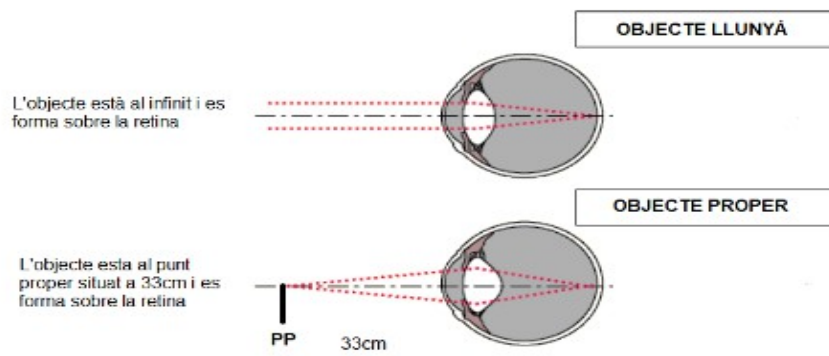


Figura 10: Ull acomodant objecte llunyà, ull acomodant objecte proper

L'ull emmetrop enfocat a l'infinit té una acomodació = 0, però si l'objecte és més proper, la imatge es desenfoca i cal que l'ull acomodi per veure la imatge de manera nítida.

- Punt remot (PR) És el punt que enfocat a sobre la retina equival a una acomodació de zero.
- Punt proper (PP) És el punt que enfocat sobre la retina a 33cm de distància equival a una acomodació de 3D

### 3.4.2- CRISTAL·LÍ

El cristal·lí és una lent natural que s'encarrega d'enfocar objectes segons les distàncies (acomodació). Aquesta lent és suficientment flexible per bombar-se per dirigir els rajos de llum sobre la retina tot i que amb l'edat, aquesta lent envelleix i s'opacifica.

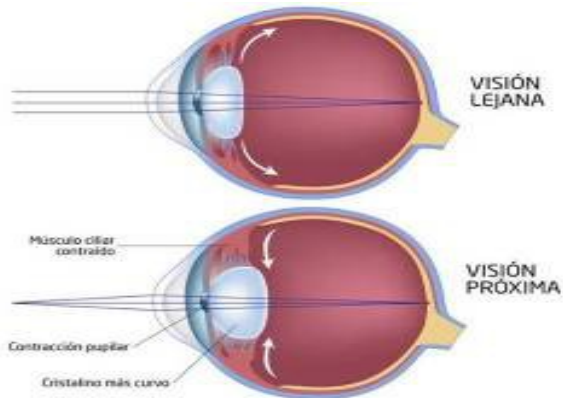


Figura 11: Cristal·lí enfocant objecte llunyà, cristal·lí enfocant objecte proper <https://airfreshener.club/quotes/optical-prescription-forms.html> (16/1/19)

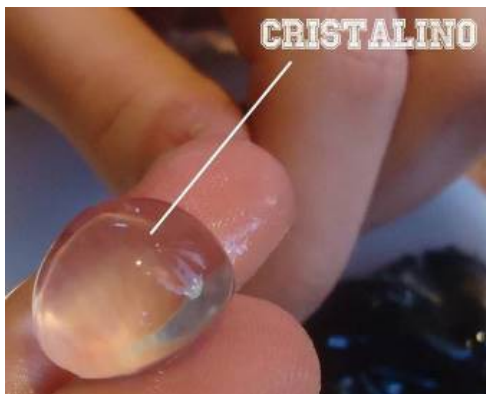


Figura 12: Cristal·lí real <http://miguelac16.blogspot.com/2015/10/el-ojo-humano.html> (16/1/19)

### 3.5- SIMULACIÓ DE VLL

Per tal de fer una simulació de visió llunyana situarem l'optotip al punt proper (33cm) en la qual l'ull hauria d'acomodar 3D, però per evitar que hi jugui un paper l'acomodació a l'hora de prendre les mesures, li posarem als observadors una lent de +3D davant per simular que l'optotip està situat a l'infinit..

La prova es realitza de manera monocular per evitar la possibilitat de la convergència, ja que estimularia l'acomodació.

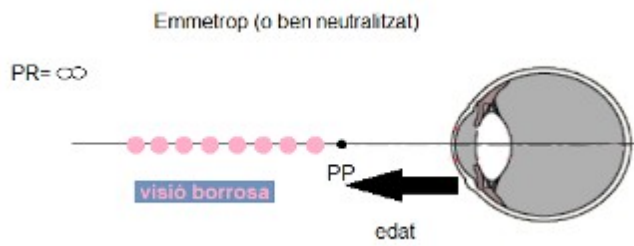


Figura 13: Ull emmetrop. Imatge pròpia

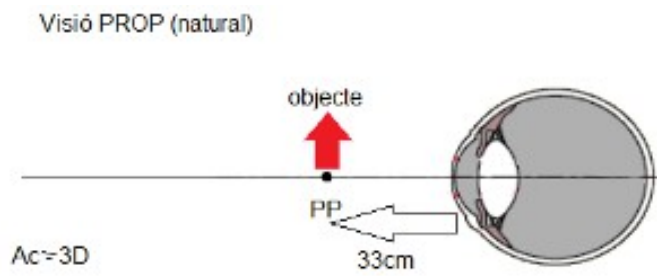


Figura 14: Ull acomodant 3D al observar un objecte proper. Imatge pròpia

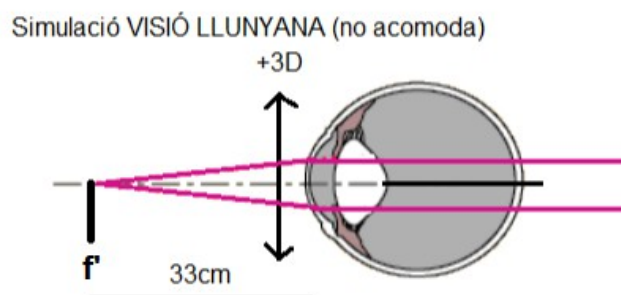


Figura 15: Simulació Visió Llunyana. Imatge pròpia



### 3.6- AV Cromàtica

#### 3.6.1- COLOR

El color és un fenomen físic de la llum que produeixen els rajos lluminosos en els òrgans visuals interpretada al cervell.



Figura 16: Colors.

<http://www.culturedeconfiture.fr/sixieme-sommeil-bernard-werber/> (19/2/19)

El color es pot observar ja que els cosos il·luminats absorbeixen ones electromagnètiques i reflecteixen les restants.

Cada color té una longitud d'ona diferent.

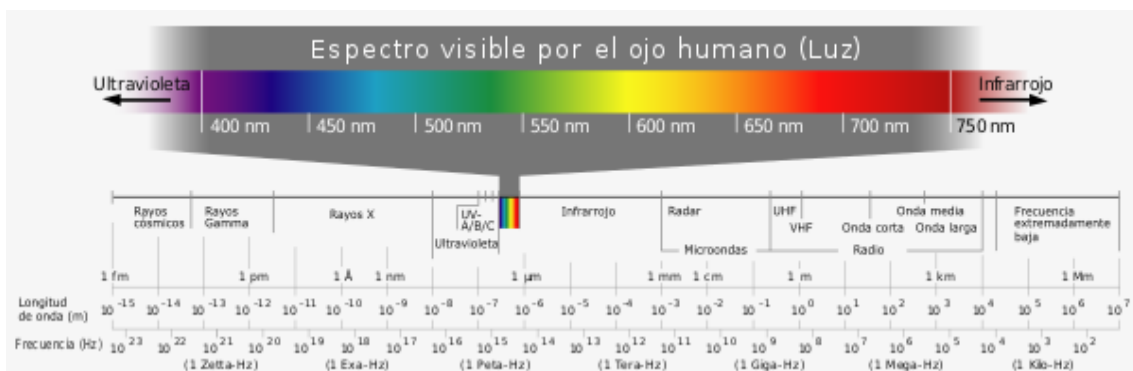


Figura 17: Espectre visible. [https://www.albedomedia.com/clasico/analogico/jch-streetpan-400-nueva-pelicula-en-35-mm/attachment/electromagnetic\\_spectrum-es/](https://www.albedomedia.com/clasico/analogico/jch-streetpan-400-nueva-pelicula-en-35-mm/attachment/electromagnetic_spectrum-es/) (19/2/19)

L'ésser humà solament és capaç de veure un petit grup de longituds d'ona que van des de 380nm (color violeta) fins als 730nm (color vermell) --> ESPECTRE VISIBLE.

En condicions de poca llum l'ésser humà sols pot veure en blanc i negre.

La major part dels colors que experimentem normalment són barrejats de longituds



d'ona que provenen de l'absorció parcial de la llum blanca.

Per tant, els colors que veiem són els que l'objecte no absorbeix, sinó que els propaga.

### 3.6.2- PERCEPCIÓ DEL COLOR

A la retina, existeixen unes cèl·lules especialitzades en detectar les longituds d'ona i que transforma en impulsos elèctrics. Aquestes cèl·lules són els cons i bastonets.

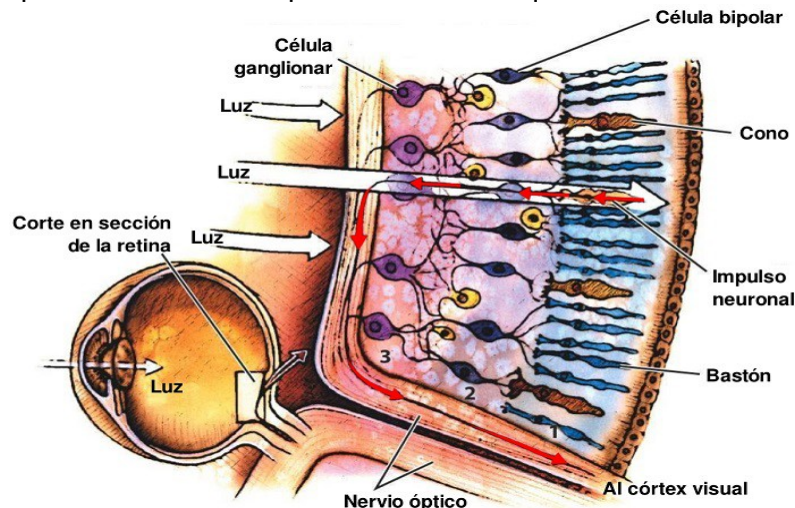


Figura 18: Cons i Bastonets.

[http://www.professorinteractivo.com.br/aval\\_on\\_line/02\\_AI2\\_text\\_quest/Trab\\_Inter42/texto.htm](http://www.professorinteractivo.com.br/aval_on_line/02_AI2_text_quest/Trab_Inter42/texto.htm) (20/2/19)

### BASTONETS

Els bastonets són els responsables de la visió escotòpica (poca llum) no tenen sensibilitat al color, però són molt sensibles a la intensitat lluminosa i per aquest motiu són els encarregats d'aportar la brillantor i el to i són els responsables de la visió nocturna.

### CONS

Els cons són els responsables de la visió del color, de la definició espacial i de la visió fotòpica (molta llum).

Aquestes cèl·lules són poc sensibles a la intensitat de la llum.

Hi ha tres tipus de cons:

Cons L (Long) --> Vermell

Cons M (Medium) --> Verd

Cons S (Short) --> Blau

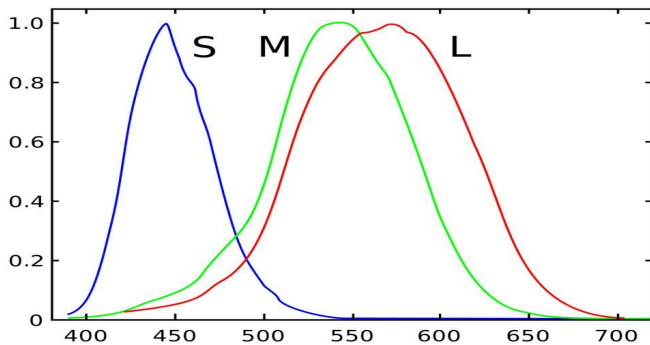


Figura 19: Cons S, M, L <https://www.quora.com/Can-vision-exist-without-the-ability-to-differentiate-between-colours-or-shades-of-the-same-colour> (3/3/19)

L'ull és molt menys sensible amb els blaus i per tant més sensible amb els verds i vermells.

El verd en canvi es el més sensible, ja que els cons vermells també tenen molta sensibilitat amb els verds aportant molta informació d'aquests.

### Aberracions cromàtiques

L'aberració cromàtica és un tipus de distorsió òptica en el qual és impossible enfocar tots els colors en un únic punt de convergència.

La distància focal d'una lent depèn de l'índex de refracció i la geometria de les superfícies, per aquest motiu cada color presenta una distància focal diferent.

La llum de longitud d'ona més curta (blau) forma el focus en un punt més proper que la llum de longitud d'ona més llarga (vermell).

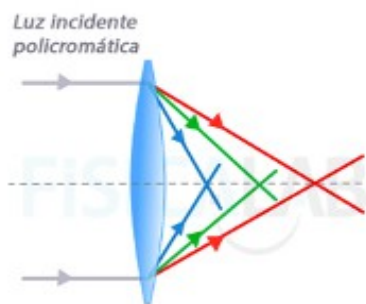


Figura 20: Dispersió de la llum.

<https://www.fisicalab.com/apartado/aberraciones-opticas#contenidos>  
(10/12/18)

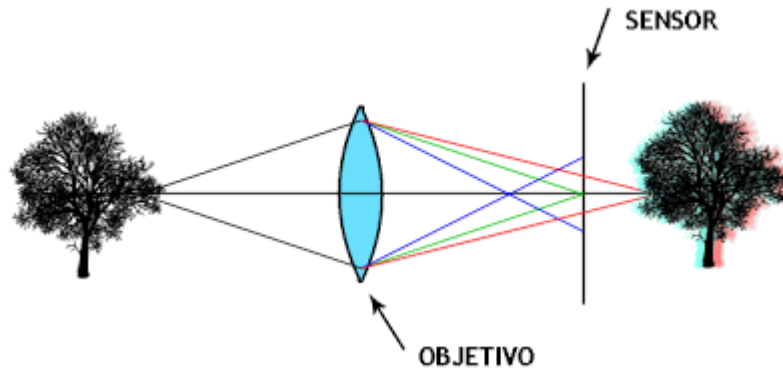
L'efecte es pot reduir col·locant dos lents juntes (parella o doblet acromàtic)

**Doblet acromàtic** --> Parella de lents de material diferent, un amb un índex baix (vidre crown) i un d'índex alt (vidre flint). Lent convergent més lent divergent cancel·len l'aberració cromàtica.

Els miralls no pateixen aberracions cromàtiques ja que la llum és reflexa sense canviar de medi.

Existeixen:

**Aberracions cromàtiques longitudinals** --> Imatge amb els marges acolorats al voltant d'un objecte vist a través d'una lent causat per la incapacitat de la lent de desviar els colors en un mateix focus.



*Figura 21: Aberracions cromàtiques longitudinals.*

<http://fotosdearanda.blogspot.com/2009/07/aberraciones-cromaticas.html>  
(1/5/19)

**Aberracions cromàtiques laterals** --> Imatge amb una major proporció de blanc al no emprar para-sol.



*Figura 22: Aberracions cromàtiques laterals.*

<http://albertog.over-blog.es/article-fotografia-aberraciones-cromaticas-103285962.html> (1/5/19)

### 3.6.3- VISIÓ DEL COLOR

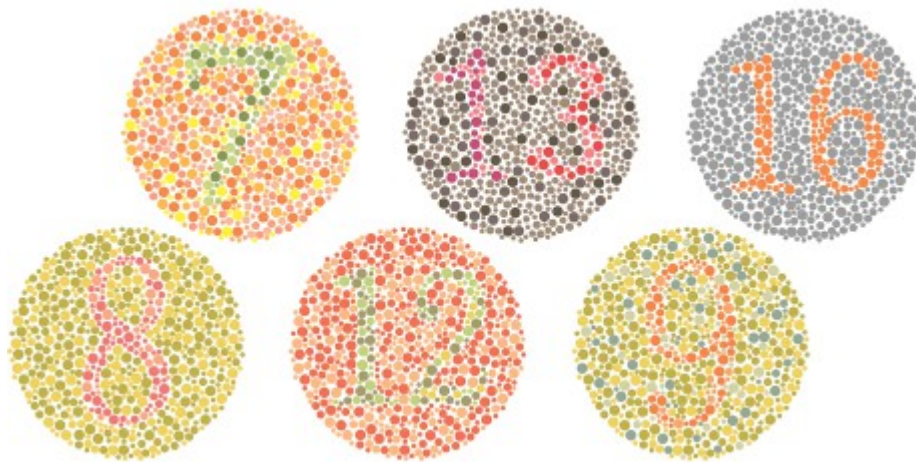
La visió del color, té la capacitat de diferenciar diferents longitud d'ones de la llum. Un

exàmen del color ens ajuda a detectar alteracions congènites d'aspecte genètic i hereditari que indiquen patologies que modifica la percepció normal dels colors.

Per identificar defectes de la visió del color es realitzen diferents tests, el més utilitzat és:

- **Làmines pseudocromàtiques d'Ishihara**

Consta de diferents làmines amb puntets de diferents colors i mesures que amaguen un número o una figura.



*Figura 23: Test d'Ishihara. <http://www.program-vision.com/que-es-el-daltonismo/cartas-de-ishiara-test-daltonismo/> (10/12/18)*

## 4. METODOLOGIA

### 4.1- Observadors

Per realitzar aquest estudi necessitarem la col·laboració d'un mínim de 12 observadors, 6 noies i 6 nois amb edats compreses entre els 18 i 25 anys per veure si hi ha diferències en el resultat segons el sexe.

En concret en aquest treball han col·laborat 7 noies i 6 nois.

Aquests observadors se'ls hi realitzarà les proves amb la millor correcció i de manera monocular amb l'ull dominant.

### 4.2- Material

-LEDs Thorlabs:

-Llum vermella --> M625D2 – 625nm, 700mW, 1000mA

-Llum blava --> M470D2 – 470nm, 650nW, 1000mA

-Llum verda --> M530D2 – 530nm, 350mW, 1000mA

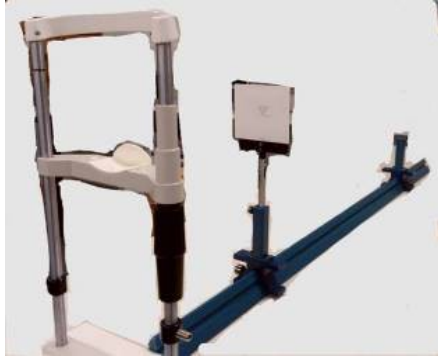
-Llum blanca --> MNWHD2 – 4900K, 740mW, 1225mA

-2 Tests de C de Landolt (mesurat per VLL i VP)

-Fotòmetre

-Pegat

- Cinta mètrica
- Lents positives +2'50D, +3'00D
- Banc òptic
- Suports del banc òptic per subjectar el test de la C de Landolt
- Mentonera



*Figura 24: Mentonera i banc òptic. Imatge pròpia*



*Figura 25: Fotòmetre. Imatge pròpia*

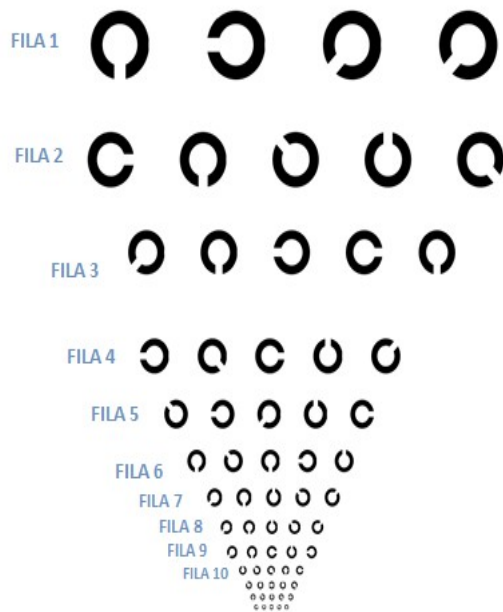


*Figura 26: Cinta mètrica i pegat, Imatge pròpia*



*Figura 27: LEDs Thorlabs. Imatge pròpia*





*Figura 29: Lent de +2'50D, +3'00D. Imatge pròpia*

*Figura 28: Test de la C de Landolt. Imatge pròpia*

#### 4.3- Muntatge

Hem hagut de treballar amb un banc òptic per tant de que totes les mesures fossin exactes.

La posició dels observadors és amb la cara recolzada a la mentonera i barbeta i el test al punt proper a 33 cm.

Amb anterioritat aquest test ha estat calculat amb la distància i mida necessària per obtenir una AV exacta. L'AV ha estat calculada en LogMar i AV decimal (aquesta última ha estat la utilitzada).

Càlculs per optotip a 33 cm		
FILA	LogMAR	Decimal
Fila 1	0'9	0'1258
Fila 2	0'8	0'158
Fila 3	0'7	0'1995
Fila 4	0'6	0'2511
Fila 5	0'5	0'3162
Fila 6	0'4	0'3981
Fila 7	0'3	0'5012
Fila 8	0'2	0'6309
Fila 9	0'1	0'7493
Fila 10	0	1
Fila 11	-0'1	1'2589
Fila 12	-0'2	1'5848
Fila 13	-0'3	1'995

*Taula 2: Càlculs per optotip a 33cm*

#### 4.4- Calibratge i Espectres dels LEDs

Per que no hi hagi la possibilitat de que un dels colors es vegi millor que els altres, el que es fa, és calibrar la luminància dels LEDs amb el fotòmetre. En aquest cas hem situat l'optotip a 33 cm, i hem col·locat el fotòmetre a la distància on estaria la cara de l'observador enfocant l'optotip amb els LEDs. En aquest cas estan tots calibrats a 14cd/m<sup>2</sup>.

## VERD

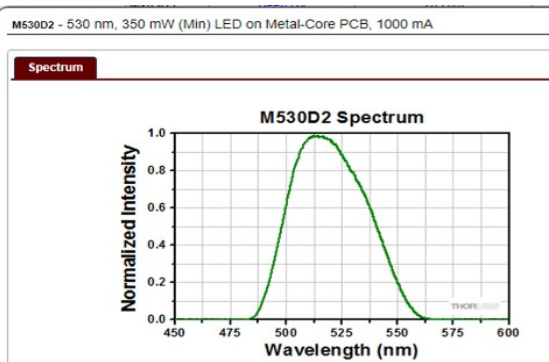


Figura 30: Espectre LED verd  
<https://www.thorlabs.com/> (19/12/18)

## BLANC

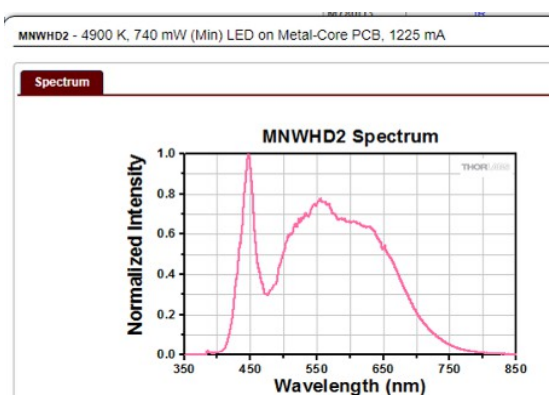


Figura 31: Espectre LED blanc  
<https://www.thorlabs.com/> (19/12/18)

## VERMELL

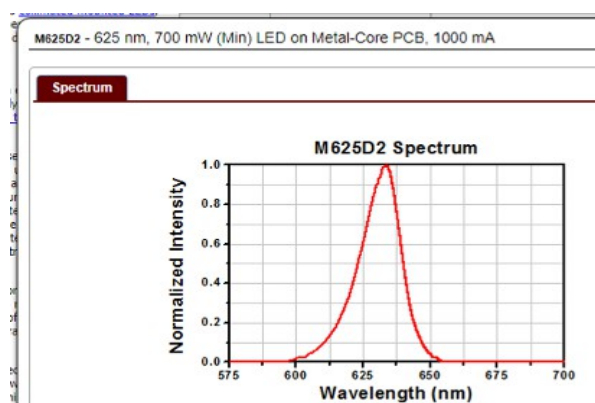


Figura 32: Espectre LED vermell.  
<https://www.thorlabs.com/> (19/12/18)



## BLAU

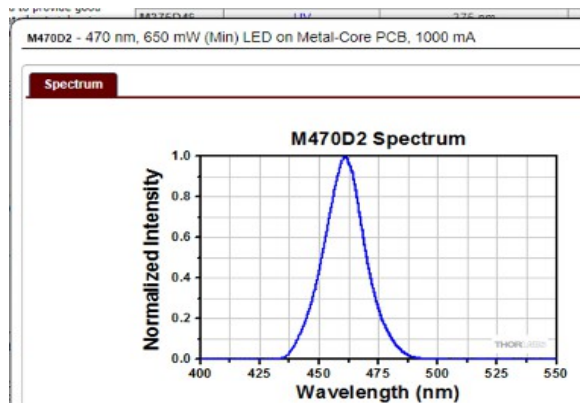


Figura 33: Espectre LED blau.  
<https://www.thorlabs.com/> (19/12/18)

#### 4.5- PROCEDIMENT

El més important per un bon resultat és explicar de manera clara als observadors les proves que se li realitzaran i cada cosa que han de fer.

Primer de tot, els situarem a la distància correcta per agafar les mesures d'agudesa visual de visió llunyana davant del optotip de la C de Landolt.

Mirarem quin és el seu ull dominant observant quin és l'ull amb millor AV amb igualtat de condicions, si tots dos ulls presenten la mateixa AV descartarem la dominància amb una simple prova, com fer un forat amb les seves mans i mirar quin és l'ull que ha tancat. L'ull pel qual miren, se li atorgarà el nom d'ull dominant i serà amb el quin treballarem en totes les proves.

Li col·locarem un pegat al ull no dominant per més comoditat i procedirem a anotar l'agudesa visual amb visió llunyana amb llum natural.

Seguidament i sense destapar l'ull seurem al observador davant del banc òptic amb l'optotip de visió proper a 33 cm i anotarem els resultats de l'agudesa visual de visió propera amb llum natural.

A continuació s'ha pres el valor d'AV amb el test il·luminat pels LEDs de colors. S'han presentat les proves als observadors de manera contrabalancejada per evitar repetir el mateix ordre de les proves i que això perjudiqui als resultats a causa del cansament, etc..

Amb alguns observadors començarem agafant les mesures d'agudesa visual de prop i a altres començarem amb les agudeses visuals de visió llunyana. El mateix farem amb l'ordre de les il·luminacions.

En el moment de prendre les mesures de visió llunyana demanarem al observador que agunti una lent de +3'00D davant del seu ull dominant per simular una distància llunyana, evitant l'acomodació. Seguidament farem el mateix amb la lent de +2'50D, l'observador l'aguantarà davant del seu ull per simular una visió llunyana ajudant a

l'acomodació que hem observat que hi havia més dificultat donant un pitjor resultat en l'agudesia visual.

## 5. RESULTATS

### 5.1- Dades dels observadors

Prepararem una fitxa per anotar totes les dades necessàries per realitzar el nostre treball per que ens sigui més fàcil a l'hora d'analitzar els resultats.

1º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	19 anys
<b>Sexe</b>	Dona
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1(decimal) Fila 10 VP: 1(decimal) Fila 10
<b>Usuària d'Ulleres</b>	SI
<b>Usuària de LC</b>	SI
<b>Graduació</b>	UD: -6,50D UE: -6'00D
<b>Ull Dominant</b>	UD
<b>Punt Remot</b>	32cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	3mm

- Pacient Miop
- Prova realitzada amb LC

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesia visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesia visual en visió llunyana.

AV VP		AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV	LEDs	AV
White	1	Green	0'94986
Red	1	Blue	0'67826
Blue	1	Red	1
Green	1	White	0'94986

<b>2º OBSERVADOR</b>		
<b>Edat</b>	24 anys	
<b>Sexe</b>	Home	
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1'32408(decimal) Fila 11+	
	VP: 1(decimal) Fila 10	
<b>Usuària d'Ulleres</b>	NO	
<b>Usuària de LC</b>	NO	
<b>Graduació</b>	----	
	----	
<b>Ull Dominant</b>	UD	
<b>Punt Remot</b>	34cm	
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	5mm	

- Pacient Emmetrop

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió llunyana amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió propera.

<b>AV VP</b>	
LEDs	AV
Green	1
Blue	1
Red	1
White	1

<b>AV VLL lent +3'00D</b>	
LEDs	AV
White	1
Red	1
Blue	0'38172
Green	0'23046

<b>AV VLL lent +2'50D</b>	
LEDs	AV
White	1
Red	1
Blue	0'36534
Green	0'72562

3º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	22 anys
<b>Sexe</b>	Dona
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1'5848(decimal) Fila 12 VP: 1(decimal) Fila 10
<b>Usuària d'Ulleres</b>	SI
<b>Usuària de LC</b>	NO
<b>Graduació</b>	UD: -1'50 -0,50x90° UE: -1'25 -0'25x90°
<b>Ull Dominant</b>	UD
<b>Punt Remot</b>	34cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	4mm

- Pacient miop
- Prova realitzada amb ulleres

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió llunyana.

AV VP	
LEDs	AV
Red	0'94986
Blue	1'38926
Green	0'94986
White	1

AV VLL +2'50	
LEDs	AV
White	0'57902
Green	0'5012
Blue	0'3162
Red	0'52714

4º OBSERVADOR	
Edat	20 anys
Sexe	Dona
AV NORMAL	VL: 1'20712(decimal) Fila 11- VP: 1'44104(decimal) Fila 11-2
Usuària d'Ulleres	SI
Usuària de LC	SI
Graduació	UD: -3,50D UE: -3'50D
Ull Dominant	UD
Punt Remot	34'5cm
Diàmetre pupil·lar	4mm

- Pacient miop
- Prova realitzada amb LC

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió llunyana amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió propera.

AV VP	
LEDs	AV
Red	0'84958
White	0'94986
Green	0'94986
Blue	1'05178

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
Blue	0'70194
Green	1'05178
White	0'94986
Red	1

5º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	22 anys
<b>Sexe</b>	Dona
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1'32408(decimal) Fila 11+ VP: 0'94986 (decimal) Fila 10-
<b>Usuària d'Ulleres</b>	SI
<b>Usuària de LC</b>	SI
<b>Graduació</b>	UD: -2,50 -0'25x10º UE: -1'25 -1'25x160º
<b>Ull Dominant</b>	UE
<b>Punt Remot</b>	35cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	4mm

- Pacient miop
- Prova realitzada amb ulleres

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudeses visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudeses visual en visió llunyana.

AV VP		AV VLL lent +3'00D		AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV	LEDs	AV	LEDs	AV
Green	0'94986	Blue	0'33258	Blue	0'4569
White	0'94986	Red	0'70194	Red	0'72562
Red	0'7493	White	0'94986	White	0'94986
Blue	1	Green	0'4569	Green	0'94986

6º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	20 anys
<b>Sexe</b>	Dona
<b>AV NORMAL</b>	VL: 0'94986 (decimal) Fila 10- VP: 0'52714(decimal) Fila 7+
<b>Usuària d'Ulleres</b>	NO
<b>Usuària de LC</b>	NO
<b>Graduació</b>	----
	----
<b>Ull Dominant</b>	UD
<b>Punt Remot</b>	34cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	2mm

- Pacient emmetrop

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió llunyana.

AV VP	
LEDs	AV
White	0'7493
Red	0'45996
Blue	0'45996
Green	0'57902

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
Green	0'29016
Blue	0'27714
Red	0'2511
White	0'60496

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
Green	0'70194
Blue	0'38172
Red	0'38172
White	0'6309

7º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	23 Anys
<b>Sexe</b>	Home
<b>AV NORMAL</b>	VL: 0'94986 (decimal) Fila 10- VP: 0'79944(decimal) Fila 9+
<b>Usuària d'Ulleres</b>	NO
<b>Usuària de LC</b>	NO
<b>Graduació</b>	----
	----
<b>Ull Dominant</b>	UE
<b>Punt Remot</b>	33cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	3mm

- Pacient emmetrop

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió llunyana.

AV VP	
LEDs	AV
Red	0'36534
Blue	0'7493
Green	0'79944
White	0'84958

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
White	0'5012
Green	0'3981
Blue	0'23046
Red	0'57902

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
White	0'84958
Green	0'52714
Blue	0'27714
Red	0'7493



8º OBSERVADOR		
<b>Edat</b>	24 anys	
<b>Sexe</b>	Dona	
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1'51962(decimal) Fila 12- VP: 1(decimal) Fila 10	
<b>Usuària d'Ulleres</b>	NO	
<b>Usuària de LC</b>	NO	
<b>Graduació</b>	----	
	----	
<b>Ull Dominant</b>	UD	
<b>Punt Remot</b>	35cm	
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	3mm	

- Pacient emmetrop

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió llunyana amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió propera.

AV VP	
LEDs	AV
Red	1'44104
White	1'05178
Green	0'94986
Blue	1

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
Blue	0'48058
Green	0'72562
White	0'84958
Red	0'7493

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
Blue	1
Green	1
White	1
Red	1

9º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	22 anys
<b>Sexe</b>	Home
<b>AV NORMAL</b>	VL: 0'72562 (decimal) Fila 9- VP: 0'7493(decimal) Fila 9
<b>Usuària d'Ulleres</b>	SI
<b>Usuària de LC</b>	NO
<b>Graduació</b>	UD: -2'50D UE: -3'50 -0'50x75º
<b>Ull Dominant</b>	UE
<b>Punt Remot</b>	33cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	4mm

- Pacient miop
- Prova realitzada amb ulleres

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió llunyana.

AV VP	
LEDs	AV
Green	0'60496
White	0'60496
Red	0'67826
Blue	0'43934

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
Blue	0'24078
Red	0'3981
White	0'52714
Green	0'5012

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
Blue	0'45996
Red	0'84958
White	0'7493
Green	0'72562

10º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	19 anys
<b>Sexe</b>	Home
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1(decimal) Fila 10 VP: 1(decimal) Fila 10
<b>Usuària d'Ulleres</b>	SI
<b>Usuària de LC</b>	NO
<b>Graduació</b>	UD: -3'75D UE: -3'25D
<b>Ull Dominant</b>	UD
<b>Punt Remot</b>	35cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	3mm

- Pacient miop
- Prova realitzada amb ulleres

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió llunyana.

AV VP	
LEDs	AV
Green	1
White	0'89972
Red	0'84958
Blue	0'89972

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
Blue	0'24078
Red	0'57902
White	0'57902
Green	0'45996

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
Blue	0'3981
Red	0'84958
White	0'7493
Green	0'70194

11º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	23 anys
<b>Sexe</b>	Home
<b>AV NORMAL</b>	VL: 1(decimal) Fila 10 VP: 1(decimal) Fila 10
<b>Usuària d'Ulleres</b>	NO
<b>Usuària de LC</b>	NO
<b>Graduació</b>	----
	----
<b>Ull Dominant</b>	UE
<b>Punt Remot</b>	33cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	2mm

- Pacient emmetrop

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió llunyana amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió propera.

AV VP	
LEDs	AV
Blue	0'94986
Green	0'94986
White	1
Red	0'89972

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
Red	0'89972
White	0'94986
Green	0'94986
Blue	0'36534

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
Red	0'94986
White	0'94986
Green	1
Blue	0'48058

12º OBSERVADOR	
<b>Edat</b>	20 anys
<b>Sexe</b>	Dona
<b>AV NORMAL</b>	VL: 0'79944(decimal) Fila 9+ VP: 0'94986 (decimal) Fila 10-
<b>Usuària d'Ulleres</b>	SI
<b>Usuària de LC</b>	SI
<b>Graduació</b>	UD: -2'75D UE: -3'50D
<b>Ull Dominant</b>	UE
<b>Punt Remot</b>	33cm
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	3mm

- Pacient miop
- Prova realitzada amb ulleres

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió llunyana amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió propera.

AV VP	
LEDs	AV
Red	0'79944
Blue	0'7493
Green	0'79944
White	0'8997

AV VLL lent +3'00D	
LEDs	AV
White	0'94986
Green	0'79944
Blue	0'30318
Red	0'89972

AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV
White	0'89972
Green	1
Blue	0'48058
Red	0'94986

13º OBSERVADOR	
Edat	24 anys
Sexe	Home
AV NORMAL	VL: 1(decimal) Fila 10 VP: 1(decimal) Fila 10
Usuària d'Ulleres	NO
Usuària de LC	NO
Graduació	----
Ull Dominant	UE
Punt Remot	35cm
Diàmetre pupil·lar	1'5mm

- Pacient emmetrop

Com hem comentat anteriorment basant-nos en un treball amb contra balanceig , al primer observador se li pren primer l'agudesa visual en visió propera amb l'ordre següent i després l'agudesa visual en visió llunyana.

AV VP		AV VLL lent +3'00D		AV VLL lent +2'50D	
LEDs	AV	LEDs	AV	LEDs	AV
Green	0'89972	White	0'43934	White	0'89972
Blue	0'94986	Red	0'6309	Red	0'7493
Red	0'67826	Blue	0'38172	Blue	0'52714
White	0'94986	Green	0'5790	Green	0'70194

Les dades obtingudes dels observadors, les introduïrem en forma de taula en un full d'excel per poder observar amb més facilitat els resultats.

Farem una comparació sobre:

- El sexe (quantitat d'observadors femenins i masculins en forma de percentatge.
- Els resultats d'AV en el conjunt de dones en visió propera amb les diferents il·luminacions.
- Els resultats d'AV en el conjunt d'homes en visió propera amb les diferents il·luminacions.
- Els resultats d'AV en el conjunt d'ambdós sexes (conjunt d'observadors) en visió propera amb les diferents il·luminacions.
- Els resultats d'AV en el conjunt de dones en visió llunyana amb les diferents il·luminacions.

- Els resultats d'AV en el conjunt d'homes en visió llunyana amb les diferents il·luminacions.
- Els resultats d'AV en el conjunt d'ambdós sexes (conjunt d'observadors) en visió llunyana amb les diferents il·luminacions.
- Els resultats d'AV en el conjunt de dones tant en visió propera com en visió llunyana amb llum natural.
- Els resultats d'AV en el conjunt d'homes tant en visió propera com en visió llunyana amb llum natural.
- Els resultats d'AV en el conjunt d'ambdós sexes (conjunt d'observadors) tant en visió propera com en visió llunyana amb llum natural.

Totes aquestes dades obtingudes les hem anat anotant en una fitxa de dades adjunta als annexos. En aquesta fitxa consta de les dades individuals dels observadors i els seus resultats. Els resultats s'han mesurat amb el test de la C de Landolt, en VP a 33cm de l'observador i en VLL hem simulat una distància llunyana col·locant una lent de +3'00D o +2'50D.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Observadors	Gènere	AV Wvl +3	AV Rvl +3	AV Bvl +3	AV Gvl +3	AV Wvl +2.5	AV Rvl +2.5	AV Bvl +2.5	AV Gvl +2.5	AV Wvp	AV Rvp	AV Bvp	AV Gvp
1	D	0,94986	1	0,67826	0,94986					1	1	1	1
2	H	1	1	0,38172	0,23046	1	1	0'36534	0'72562	1	1	1	1
3	D	0,57902	0,52714	0,3162	0,5012					1	0,94986	0,38926	0,94986
4	D	0,94986	1	0,70194	1,05178					0,94986	0,84958	1,05178	0,94986
5	D	0,94986	0,70194	0,33258	0,4569	0,94986	0,72562	0,48058	0,94986	0,94986	0,7493	1	0,94986
6	D	0,60496	0,2511	0,27714	0,29016	0,6309	0,38172	0,38172	0,70194	0,7493	0,45996	0,45996	0,57902
7	H	0,5012	0,57902	0,23046	0,3981	0,84958	0,7493	0,27714	0,52714	0,84958	0,36534	0,7493	0,79944
8	D	0,84958	0,7493	0,48058	0,72562	1	1	1	1	1,05178	1,44104	1	0,94986
9	H	0,52714	0,3981	0,24078	0,5012	0,7493	0,84958	0,45996	0,72562	0,60496	0,67826	0,43934	0,60496
10	H	0,57902	0,57902	0,24078	0,45996	0,7493	0,84958	0,3981	0,70194	0,89972	0,84958	0,89972	1
11	H	0,94986	0,89972	0,36534	0,94986	0,94986	0,94986	0,48058	1	1	0,89972	0,94986	0,94986
12	D	0,94986	0,89972	0,30318	0,79944	0,89972	0,94986	0,48058	1	0,89972	0,79944	0,7493	0,79944
13	H	0,43934	0,6309	0,38172	0,57902	0,89972	0,7493	0,52714	0,70194	0,94986	0,67826	0,67826	0,89972

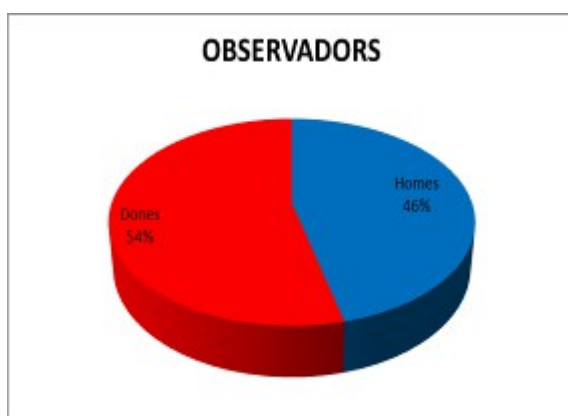
Taula 3: Dades observadors

## 5.2- Sexe

En el nostre treball han participat 7 dones i 6 homes el que equival a un 54% com a dones i el 46% restant homes.

	Observadors	$\%=(p/t)*100$
Homes	6	46,15384615
Dones	7	53,84615385
Total	13	100

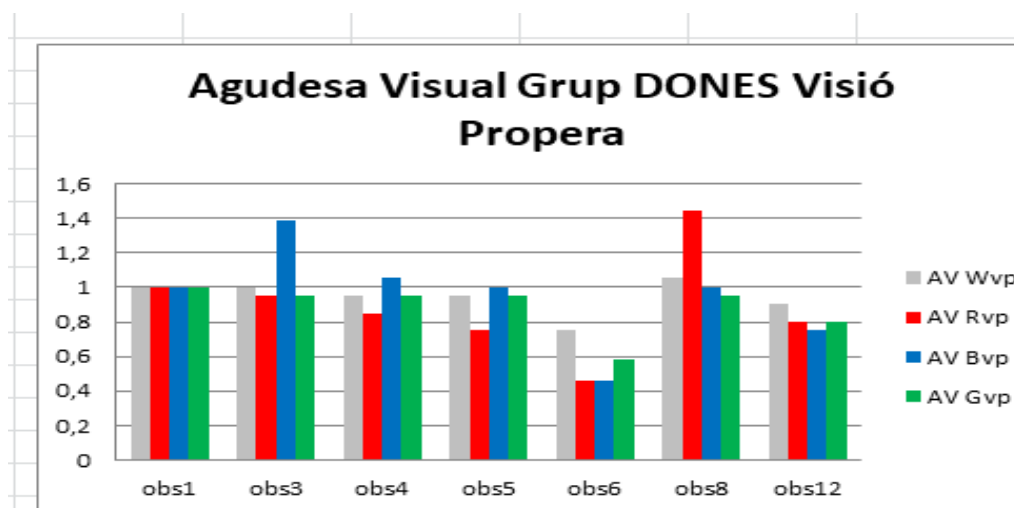
Hem fet una taula de comparació i el resultat ha sigut aquest.



Gràfic 1: Sexe

## 5.3- Dones VP

Primer hem comparat l'AV en VP (visió propera) en el conjunt de dones amb les diferents il·luminacions i el resultat ha sigut:



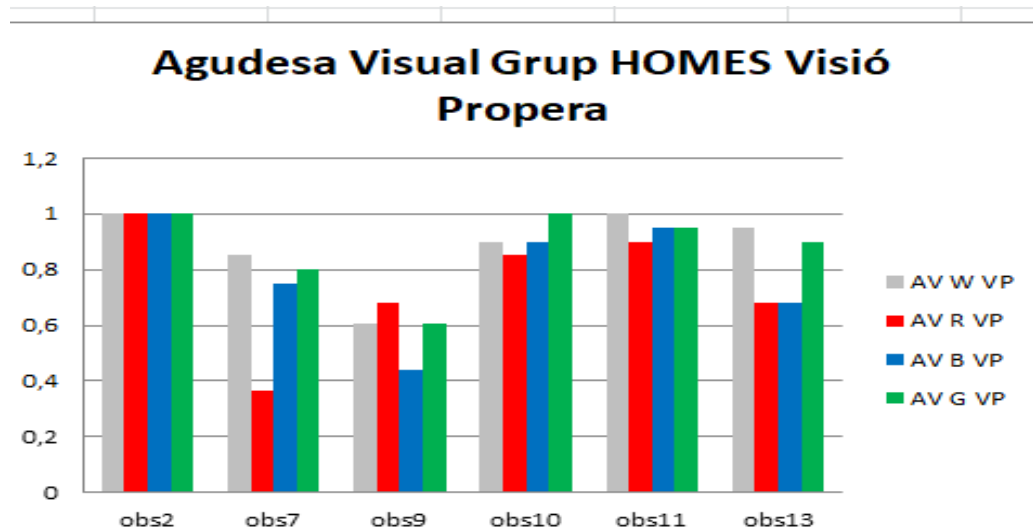
Gràfic 2: AV Grup DONES VP

Mitjana aritmètica	0,942931429	0,89274	0,95004286	0,882557143
Desviació estàndard	0,098164847	0,29828441	0,28613173	0,147735563



### 5.4- Homes VP

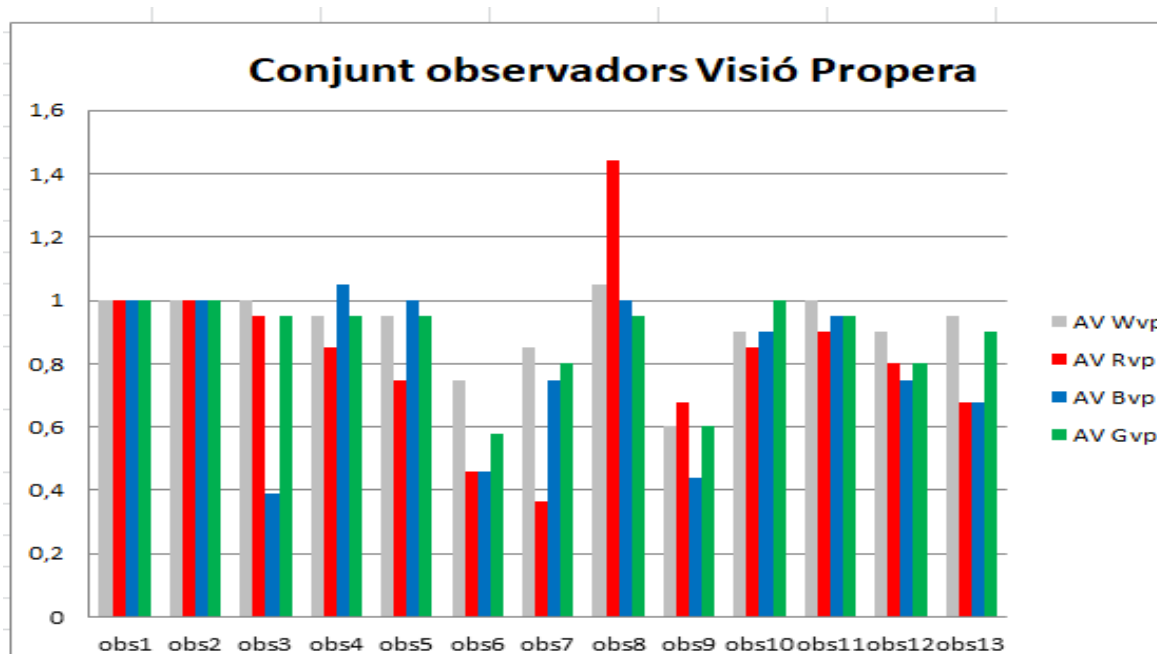
Després hem comparat l'AV en VP en el conjunt d'homes amb les diferents il·luminacions i el resultat ha sigut:



Gràfic 3: AV Grup HOMES VP

Mitjana aritmètica	0,88402	0,74519333	0,78608	0,87566333
Desviació estàndard	0,14869076	0,2249223	0,20914409	0,15237675

### 5.5- Conjunt VP



Gràfic 4: Conjunt observadors VP

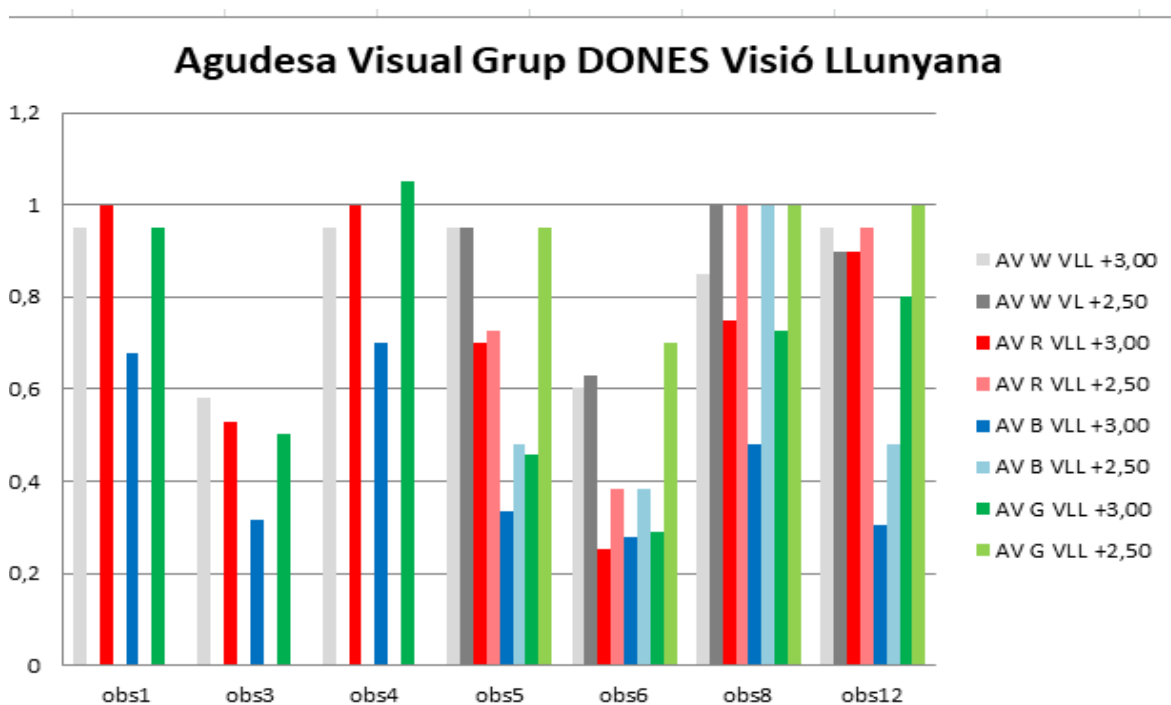
1. Dona	2. Home
3. Dona	7. Home
4. Dona	9. Home
5. Dona	10. Home
6. Dona	11. Home
8. Dona	13. Home
12. Dona	

Per veure si hi havia molta diferència en el resultat entre homes i dones hem fet aquesta gràfica i el resultat obtingut ha sigut:

Mitjana aritmètica 0,91574154 0,82464154 0,79744462 0,87937538  
Desviació estàndard 0,12232992 0,26725856 0,23980585 0,14352749

### 5.6- Dones VLL

El mateix hem fet per observar el resultat de l'AV en VLL. Primer hem comparat el conjunt de dones amb les diferents il·luminacions obtenint el següent gràfic.

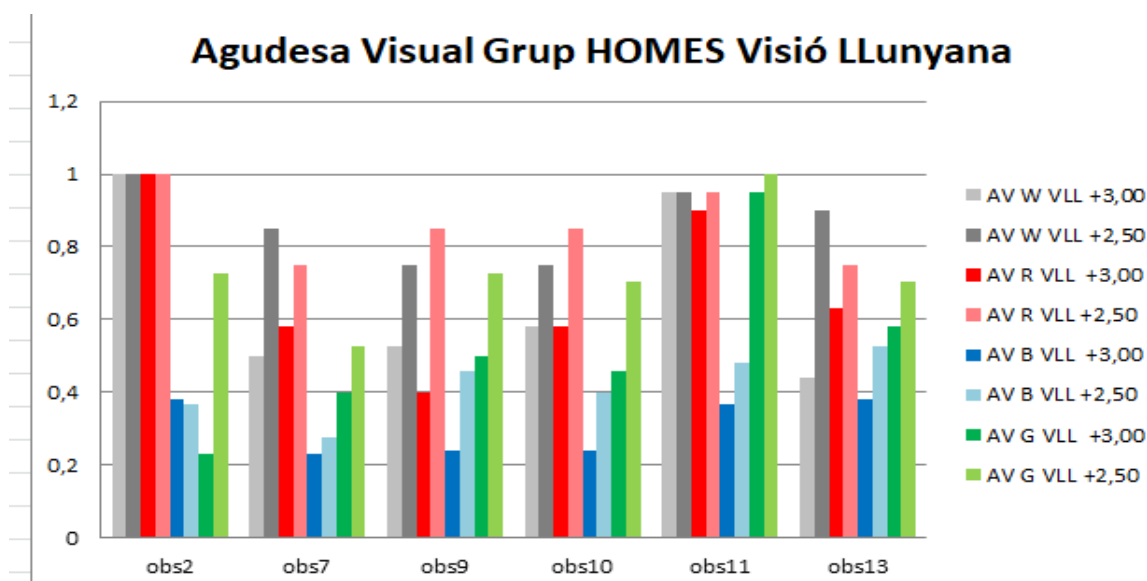


Mitjana aritmètica +3'00D 0,83328571 0,73274286 0,44141143 0,68213714  
Desviació estàndard 0,16902044 0,27270541 0,18217289 0,27721177

Mitjana aritmètica +2'50D 0,87012 0,7643 0,58572 0,91295  
Desviació estàndard 0,16465079 0,28157332 0,28009091 0,14264522

### 5.7- Homes VLL

Després hem comparat el conjunt d'homes.



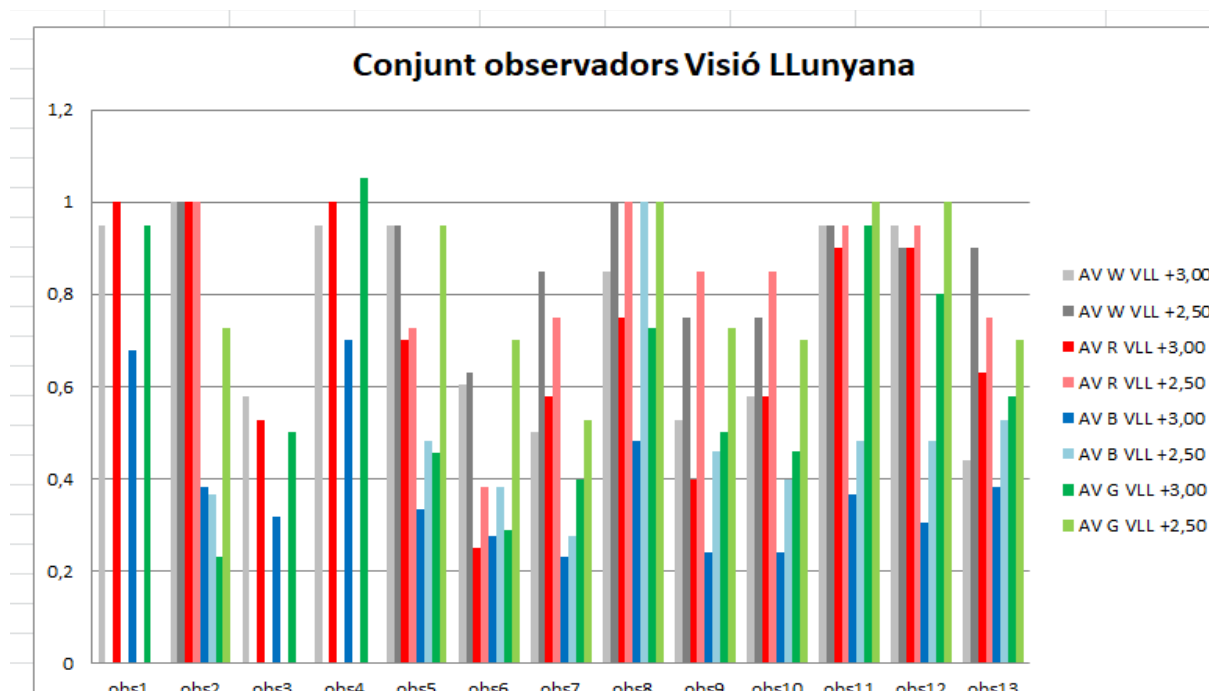
Gràfic 6: AV Grup HOMES VLL

Mitjana aritmètica +3'00D	0,66609333	0,68112667	0,3068	0,51976667
Desviació estàndard	0,2439319	0,22491848	0,0764173	0,24121108

Mitjana aritmètica +2'50D	0,86629333	0,85793667	0,41804333	0,73037667
Desviació estàndard	0,10356874	0,10234785	0,09010999	0,15209499

### 5.8- Conjunt VLL

Per veure si hi habita molta diferencia en el resultat de l'AV en VLL entre homes i dones hem fet aquesta gràfica i el resultat obtingut ha sigut:

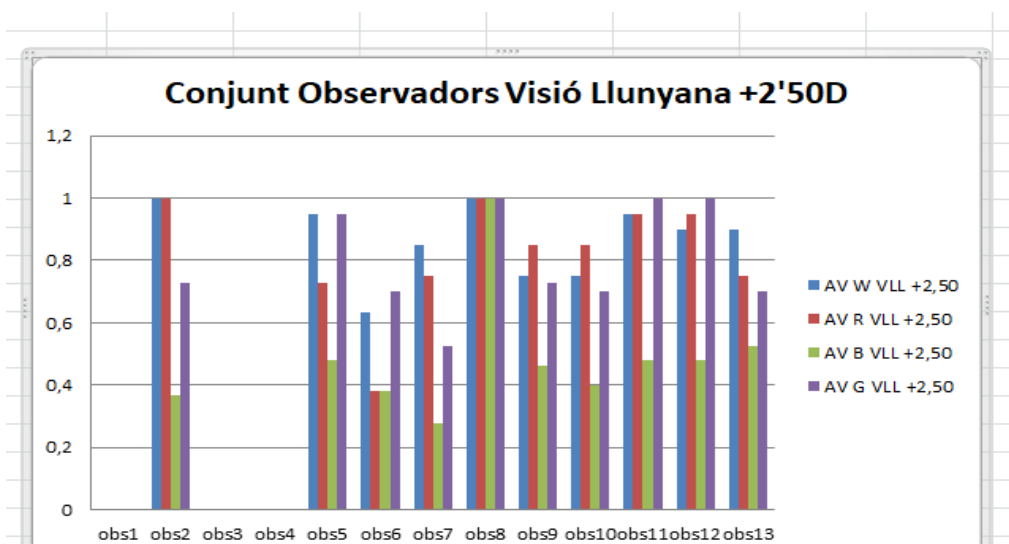


1. Dona	2. Home
3. Dona	7. Home
4. Dona	9. Home
5. Dona	10. Home
6. Dona	11. Home
8. Dona	13. Home
12. Dona	

Mitjana aritmètica +3,00D	0,75612	0,70892	0,37928308	0,60719692
Desviació estàndard	0,2158765	0,24285774	0,15461298	0,26412886

Mitjana aritmètica +2'50D	0,867824	0,820482	0,485114	0,803406
Desviació estàndard	0,12247322	0,18597156	0,1953427	0,16888742

Observant la taula anterior podem veure que s'esperen millors resultats amb la lent de +2,50D, ja que amb la lent de +3'00D hi havia més dificultat i una inflexibilitat d'acomodació, per aquest motiu a continuació observarem una gràfica amb el conjunt d'observadors amb la lent de +2'50D on hi ha uns valors més reals.

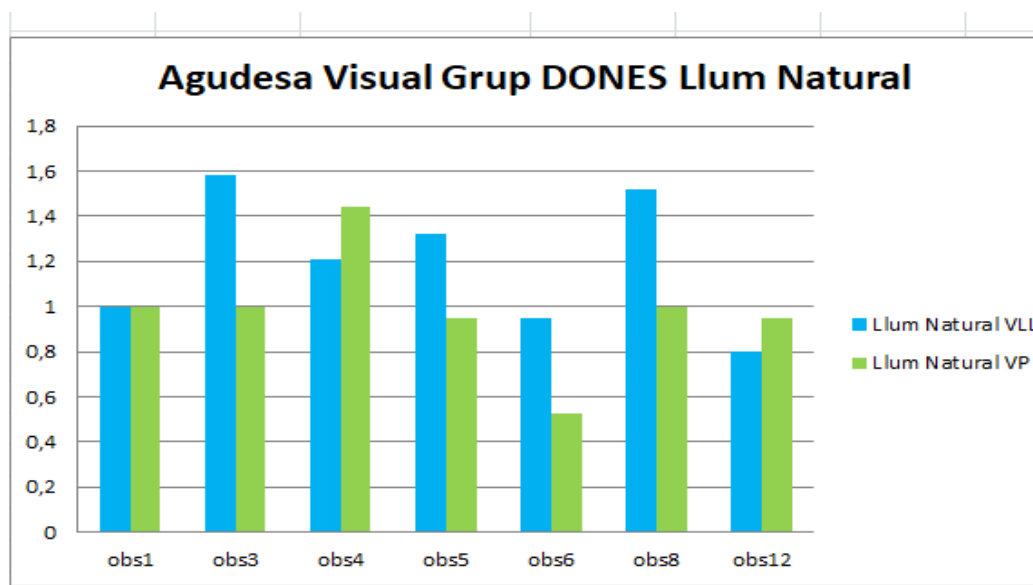


Gràfic 8: Conjunt observadors VLL +2'50D

Mitjana aritmètica	0,867824	0,820482	0,485114	0,803406
Desviació estàndard	0,12247322	0,18597156	0,1953427	0,16888742

### 5.9- Dones Llum Natural

Per últim, ja que al inici de la prova els hi prenem les mesures de l'AV en visió llunyana i visió propera amb la llum natural amb les distàncies correctes, hem fet un gràfic per comparar l'AV llunyana amb l'AV propera del conjunt de dones.

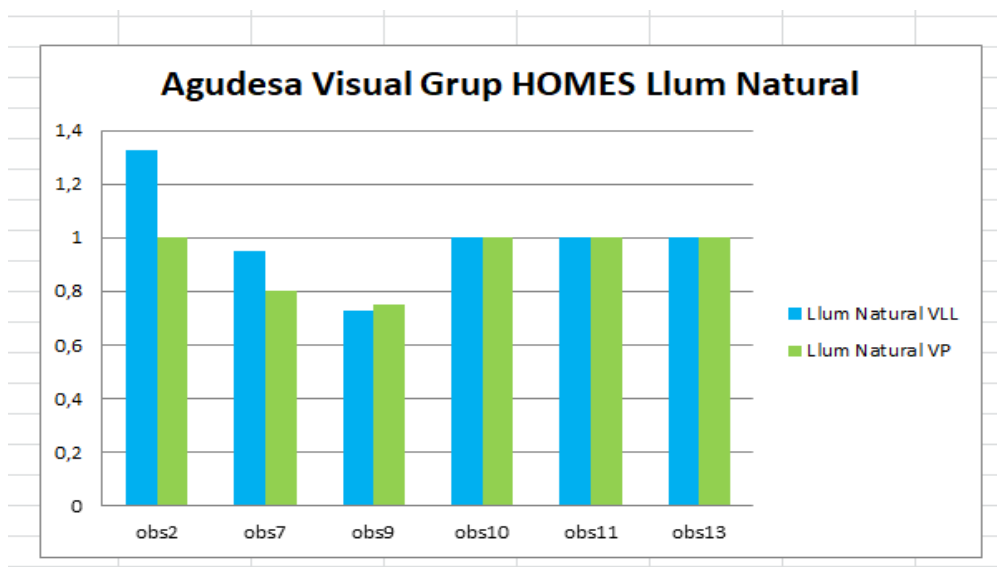


Gràfic 9: AV Grup DONES Llum Natural

Mitjana aritmètica	1,246215	0,9834875
Desviació estàndard	0,30698471	0,24522864

### 5.10- Homes Llum Natural

El mateix hem per comparar l'AV llunyana amb l'AV propera del conjunt d'homes.

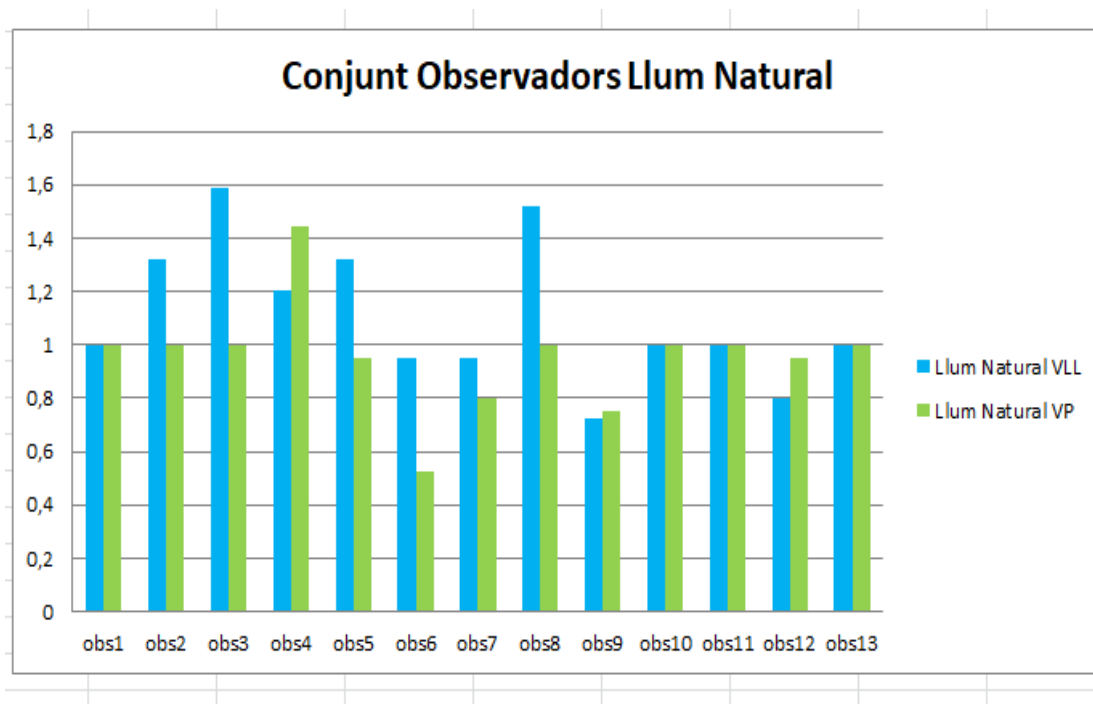


Gràfic 10: AV Grup HOMES Llum Natural

Mitjana aritmètica	0,99992667	0,92479
Desviació estàndard	0,19122041	0,11758872

### 5.11- Conjunt Llum Natural

Per últim per veure si hi havia variació d'AV segons el sexe, hem representat un gràfic del conjunt d'homes i dones.



Gràfic 11: Conjunt Observadors Llum Natural

1.Dona	2.Home
3.Dona	7. Home
4. Dona	9. Home
5. Dona	10. Home
6. Dona	11. Home
8. Dona	13. Home
12. Dona	

Mitjana aritmètica	1,106498460,95512615
Desviació estàndard	0,264266610,20413192

## 6. DISCUSIÓ

Sent un grup d'observadors joves d'entre 18-25 anys ens esperàvem que els resultats tant en VP com VLL serien similars ja que no haurien de tenir gaires problemes d'acomodació com ara la PRESBICIA (vista cansada) que ens esperaríem en grups de població superior als 40 anys.

Observant els gràfics podem concloure varies coses.

- **COMPARACIÓ DE LES DIFERENTS IL·LUMINACIONS EN VP EN UN GRUP DE DONES**

Comparant el resultat de les 7 observadores podem veure amb facilitat que el pic que sobresurt és l'AV amb la il·luminació vermella.

La resta de il·luminacions són bastant iguals, per aquest motiu hem fet una mitjana aritmètica per saber quin és la millor il·luminació i la pitjor.

En aquest grup podem concloure que el millor resultat, es a dir el que dona una millor AV és amb el vermell, seguit amb el blanc i blau amb el mateix resultat i per ultim el verd donant el pitjor resultat en l'AV.

DONES --> Vermell>Blanc=Blau>Verd

- **COMPARACIÓ DE LES DIFERENTS IL·LUMINACIONS EN VP EN UN GRUP D'HOMES**

Comparant el resultat dels 6 observadors podem veure en aquest cas que no hi ha cap pic destacable, per aquest motiu hem fet una mitjana aritmètica per saber quin és la millor il·luminació i la pitjor.

En aquest grup podem concloure que el millor resultat, es a dir el que dona una millor AV és el verd seguit del blau, vermell i per ultim el blanc donant el pitjor resultat en l'AV.

HOMES --> Verd>Blau>Vermell>Blanc

- **COMPARACIÓ D'AV EN VP SEGONS EL SEXE I COM A CONJUNT**

Com podem veure els resultat en general d'AV en VP del grup de dones és amb diferència millor que el resultat d'AV en VP del grup d'homes.

DONES--> Millor AV

HOMES--> Pitjor AV

També observem que per les dones el pitjor resultat ha estat amb la il·luminació verda, tot el contrari amb els homes que ha sigut el millor resultat.

Com a conjunt de població fent una mitjana aritmètica per obtenir els resultats ens dona que el millor resultat ha estat amb el vermell seguit del verd, blau i com a pitjor



resultat ha estat amb el blanc.

CONJUNT --> Vermell>Verd>Blau>Blanc

- **COMPARACIÓ DE LES DIFERENTS IL·LUMINACIONS EN VLL EN UN GRUP DE DONES**

Comparant el resultat de les 7 observadores podem diferenciar diferents resultats amb les proves amb la simulació en VLL amb la lent de +3'00D que amb la lent de +2'50D.

El més destacable i fàcil d'observar a les gràfiques es que existeix una millor AV amb la lent de +2'50D i una pitjor AV amb la lent de +3'00D aquesta última als observadors els hi costava bastant veure el test nítid.

MILLOR AV --> +2'50D

PITJOR AV --> +3'00D

Fent una mitjana aritmètica per saber quin és la millor il·luminació i la pitjor, hem obtingut per les proves amb la lent de +3'00D que el millor resultat ha estat amb la il·luminació blanca seguida del vermell, verd i com a pitjor resultat ha estat amb el blau.

En canvi, per les proves amb la lent de +2'50D el millor resultat ha estat amb la il·luminació verda seguida del blanc, vermell i com a pitjor resultat ha estat amb el blau.

+3'00D --> Blanc>Vermell>Verd>Blau

+2'50D --> Verd<Blanc>Vermell>Blau

En ambdós resultats en VLL podem assegurar que la pitjor il·luminació és el Blau.

- **COMPARACIÓ DE LES DIFERENTS IL·LUMINACIONS EN VLL EN UN GRUP D'HOMES**

Comparant el resultat dels 6 observadors podem diferenciar diferents resultats amb les proves amb la simulació en VLL amb la lent de +3'00D que amb la lent de +2'50D.

El més destacable i fàcil d'observar a les gràfiques es que existeix una millor AV amb la lent de +2'50D i una mitjor AV amb la lent de +3'00D aquesta última als observadors els hi costava bastant veure el test nítid.

MILLOR AV --> +2'50D

PITJOR AV --> +3'00D

Fent una mitjana aritmètica per saber quin és la millor il·luminació i la pitjor, hem obtingut per les proves amb la lent de +3'00D que el millor resultat ha estat amb la il·luminació blanca seguida del vermell, verd i com a pitjor resultat ha estat amb el blau.

El mateix hem obtingut en aquest cas per a les proves amb la lent de +2'50D el millor

resultat ha estat amb la il·luminació blanca seguida del vermell, verd i com a pitjor resultat ha estat amb el blau.

+3'00D --> Blanc>Vermell>Verd>Blau

+2'50D --> Blanc>Vermell>Verd>Blau

- **COMPARACIÓ D'AV EN VLL SEGONS EL SEXE I COM A CONJUNT**

En aquest cas i amb diferència dels resultat en VP, no hi ha un resultat destacable segons el sexe, es a dir no hi ha cap grup que destaquí per sobre del altre com a grup amb una AV millor.

També observem que per als dos grups hi ha una millor AV amb la lent de +2'50D que no amb la lent de +3'00D que els resultats han sigut més baixos.

MILLOR AV --> +2'50D

PITJOR AV --> +3'00D

El resultat amb l'ordre de les il·luminacions en el grup dels homes ha estat igual trant amb la lent de +2'50D que amb la de +3'00D, en canvi en el grup de dones l'orde ha canviat segons la lent, sent com a únic resultat coincident el Blau com a pitjor il·luminació.

Ordre HOMES --> +2'50D=+3'00D --> Blanc>Vermell>Verd>Blau

Ordre DONES --> +2'50D≠+3'00D --> Pitjor resultat = Blau

Com a conjunt de població fent una mitjana aritmètica per obtenir els resultats ens dona que el millor resultat amb la lent de +3'00D ha estat amb el blanc seguit del vermell, verd i com a pitjor resultat ha estat amb el blau.

I com a millor resultat amb la lent de +2'50D ha estat amb el blanc seguit del verd, vermell i com a pitjor resultat ha estat amb el blau.

CONJUNT +3'00D --> Blanc>Vermell>Verd>Blau

CONJUNT +2'50D --> Blanc>Verd>Vermell>Blau

Coincidint el millor i el pitjor resultat en ambdós lents:

MILLOR AV --> Blanc

PITJOR AV --> Blau

- **COMPARACIÓ DE LES DIFERENTS IL·LUMINACIONS EN UN GRUP DE DONES AMB LLUM NATURAL**

Comparant el resultat de les 7 observadores tant en VP com en VLL, podem veure que els pics més alts donant una millor AV amb diferència ha estat amb VLL, donant com a pitjor resultat en VP amb llum natural.

MILLOR AV --> VLL

PITJOR AV --> VP

- **COMPARACIÓ DE LES DIFERENTS IL·LUMINACIONS EN UN GRUP D'HOMES  
AMB LLUM NATURAL**

Comparant el resultat dels 6 observadors tant en VP com en VLL la diferència és molt menys simbòlica que en el grup de dones ja que en aquest cas els resultats son molt semblants tot i que el pic que més destaca també seria una millor AV en VLL.

MILLOR AV --> VLL

PITJOR AV --> VP

- **COMPARACIÓ D'AV AMB LLUM NATURAL SEGONS EL SEXE I COM A CONJUNT**

Com a resultat del conjunt d'observadors podem assegurar que els pics més alts donant com a resultat una millor AV ha estat amb VLL i com a pitjor AV en VP, tot i que aquest resultat ha estat destacable per les dones que han participat.

MILLOR AV --> VLL

PITJOR AV --> VP

- Destaquen les DONES

## 7. CONCLUSIONS

- Les dones tenen una millor AV que els homes en VP
- No hi ha un sexe destacable en el resultat d'AV en VLL
- Les dones en VP veuen millor amb el Vermell i pitjor amb el Verd en canvi els homes veuen millor amb el Verd
- Com a conjunt de població en VP l'ordre de les il·luminacions que donen de millor a pitjor AV són: Vermell-Verd-Blau-Blanc
- Com a conjunt de població hi ha una millor AV amb la lent de +2'50D sent més difícil d'enfocar el test amb la lent de +3'00D.
- El resultat de l'ordre de les il·luminacions en VLL dels homes és igual tant amb la lent de +2'50D com amb la lent de +3'00D, donant de millor a pitjor AV: Blanc-Vermell-Verd-Blau.
- El resultat de l'ordre de les il·luminacions en VLL de les dones varia segons la lent coincidint solament amb el pitjor resultat que ha estat amb el blau.
- Com a conjunt de població la millor AV tant amb la lent de +2'50D com amb la lent de +3'00D ha estat amb el blanc i com a pitjor el blau
- Amb Llum Natural, les dones destaquen amb una millor AV en VLL en comparació amb els homes que els resultats són més estables.
- Com a conjunt de població hi ha una millor AV amb llum natural en VLL i com a pitjor AV en VP.

## 8. BIBLIORAFIA I WEBGRAFIA

Apunts òptica visual

Desconegut (Juny 2018) ¿Que es el cristalino del ojo? (Data de consulta: 16/1/19)  
<https://www.oftalvist.es/blog/que-es-el-cristalino-del-ojo/>

Gary Heiting (Maig 2018) Luz azul: es tanto buena como mala (Data de consulta: 10/12/18)  
<https://www.allaboutvision.com/es/sindrome-visual-informatico/luz-azul.htm>

José L. Fernandez, Aberraciones ópticas (Data de consulta: 10/12/18)  
<https://www.fisicalab.com/apartado/aberraciones-opticas#cromatica>

José L. Fresquet (Gener 2006) Hermann Snellen (Data de consulta: 3/12/18)  
<https://www.historiadelamedicina.org/snellen.html>

KT.Mullen (1º publicació 1-2-85) La sensibilidad al contraste de la visión del color humano (Data de consulta: 8/1/19)  
<https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1113/jphysiol.1985.sp015591>

Maria José Gomez (7-10-15) Test bicromàtico (Data de consulta: 19/12/18)  
<https://www.admiravision.es/es/articulos/tests-visuales/articulo/test-bicromatico#.XB2HIVxKjIV>

Mauricio Triveño Azañero (27 Setembre 2016) Vision del color (Data de consulta: 19/2/19)  
<http://eldiariodeloptometrista.blogspot.com/2016/09/test-de-ishihara.html>

Rhuddy Stonne Alarcon (20 abril 2014) Tema 4 Agudeza visual (Data de consulta: 19/12/18)  
<https://es.slideshare.net/rhuddystonnem/logmar>

Roberto Guerrero (2017) Teoria del Color (Data de consulta: 10/12/18)  
[http://dirinfo.unsl.edu.ar/servicios/abm/assets/uploads/materiales/e6907-03\\_color\\_17.pdf](http://dirinfo.unsl.edu.ar/servicios/abm/assets/uploads/materiales/e6907-03_color_17.pdf)

Thorlabs, Inc (1999) THORLABS (Data de consulta: 19/12/18)

[https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup\\_id=6071](https://www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=6071)

Universidad de Alicante (2016) Introducción a la ciencia del color (Data de consulta: 10/12/18)

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/15072/1/Tema\\_01\\_CColor.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/15072/1/Tema_01_CColor.pdf)

UPC. Optica Fisiològica II (2011) Principios de colorimetria. Tema 6 FOOT (Data de consulta: 9/4/19)

[https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=37018/2010/1/53238/tema\\_6\\_diapositivas-3614.pdf](https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=37018/2010/1/53238/tema_6_diapositivas-3614.pdf)

Giralt J., (Novembre 2006) La Llum i la Radiació. Ciència 7, Enciclopedia catalana. Barcelona (Data de consulta: 30/3/19)

## 9. ANNEXOS

Fitxa d'anotacions

<b>1º PACIENT</b>	
<b>Nom</b>	
<b>Edat</b>	
<b>Sexe</b>	
<b>AV NORMAL</b>	
<b>Usuària d'Ulleres</b>	
<b>Usuària de LC</b>	
<b>Graduació</b>	
<b>Ull Dominant</b>	
<b>Punt Remot</b>	
<b>Diàmetre pupil·lar</b>	

*Annex 1: Taula de dades*

## 10. AGRAÏMENTS

Voldria agrair sobre tot als meus pares, pel suport durant aquests anys de carrera, per animar-me en tot moment i recordar-me cada dia que tot el que em proposi ho puc aconseguir si m'esforço. També voldria agrair a tots els participants que han col·laborat en el meu treball, la majoria d'ells bons amics i companys de la colla castellera universitària de Bergants a la quina he estat participant durant bona part de la carrera. A les meves amigues de la Seu per animar-me en els moments de estrès i a les meves companyes de feina d'Opticalia.

Per últim a la meva cosina Anabel per ajudar-me amb les gràfiques d'excel que m'han donat molts disgustos i moltes ploreres i gràcies a ella les he pogut rectificar.



*Figura 34: Final del treball.*

<http://mathcurmudgeon.blogspot.com/2011/06/> (2/1/19)